

ANNEE 1975

N° **Nº 11**

Joseph CASILE

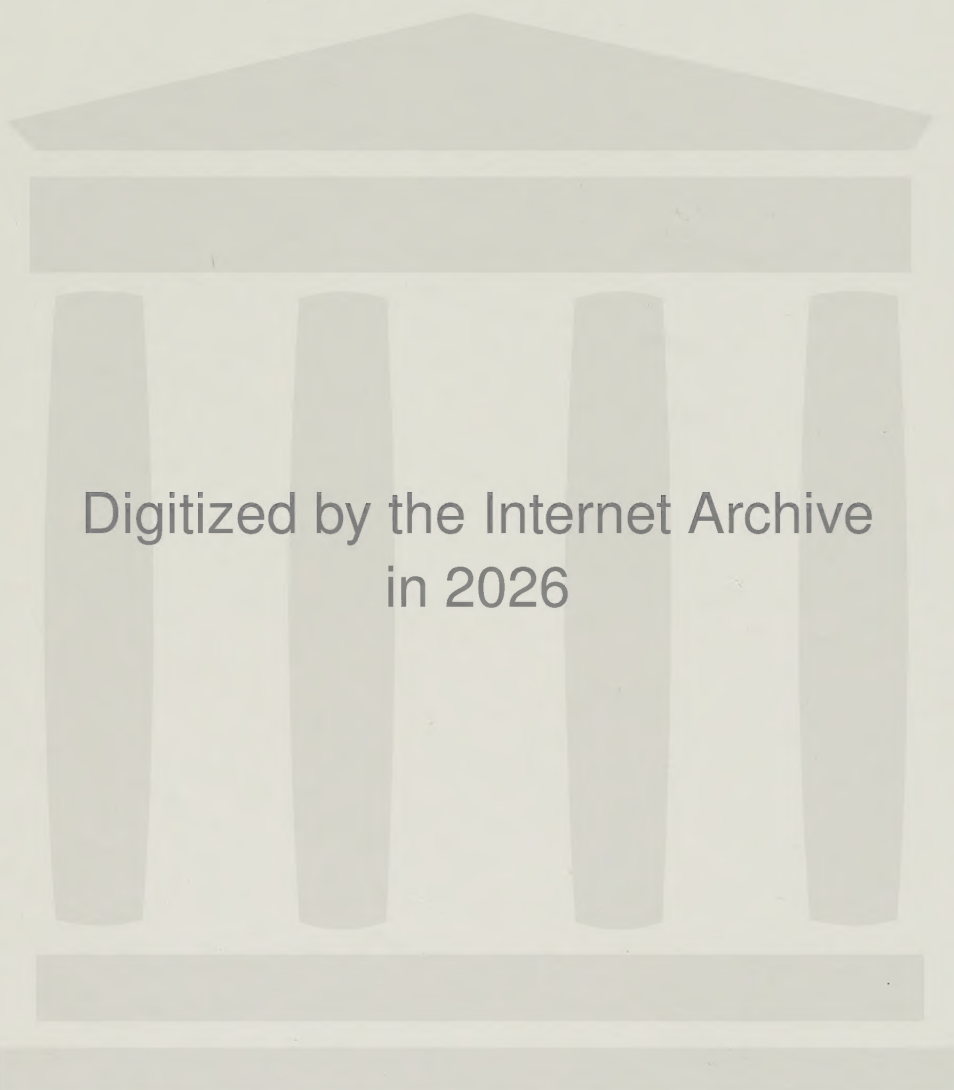
L'épreuve d'effort sur cycloergomètre
dans l'évaluation fonctionnelle des cardiaques
non coronariens

THESE

POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE
PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

LE 19 FEVRIER 1975

Président du Jury : M. le Professeur BERNASCONI
Juges : M. le Professeur HARICHAUX
: M. le Professeur LESBRE
: M. le Docteur DESSELLE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545930_0006

ANNEE 1975

N°

Joseph CASILE

L'épreuve d'effort sur cycloergomètre
dans l'évaluation fonctionnelle des cardiaques
non coronariens

THESE

POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

LE 19 FEVRIER 1975

Président du Jury : M. le Professeur BERNASCONI
Juges : M. le Professeur HARICHAUX
: M. le Professeur LESBRE
: M. le Docteur DESSELLE

Joseph F. Zille

I, Joseph F. Zille, do hereby certify that the foregoing is a true and correct copy of the original as the same appears in the records of the University of Leiden.



UNIVERSITY OF LEIDEN
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF LEIDEN
LEIDEN, NEDERLAND

UNIVERSITY OF LEIDEN
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF LEIDEN
LEIDEN, NEDERLAND

A MA FEMME

Dont la confiante attention et les encouragements m'ont aidé
à parvenir au terme de ces études.

A MES ENFANTS

A MON PERE, A MA MERE

En témoignage de mon affection et de ma reconnaissance.

A MES BEAUX-PARENTS

En gage de ma gratitude et de mon affection.

A MA FAMILLE

Monsieur le Professeur Paul BERNASCONI

Professeur Titulaire de Cardiologie,
Médecin des Hôpitaux, Chef de Service,
Croix de Guerre 1939-1945
Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques,
Chevalier de l'Ordre du Mérite.

Je vous suis profondément reconnaissant d'avoir bien voulu me faire l'honneur de présider cette thèse et d'avoir permis que ce travail soit mené à bien dans le Service de Cardiologie que vous dirigez.

La qualité de votre enseignement, votre rigueur clinique et la précision de votre diagnostic ont marqué le cours de mes études médicales.

Je vous en exprime toute ma gratitude.

Monsieur le Professeur Pierre HARICHAUX

Professeur Titulaire de Physiologie,
Biologiste des Hôpitaux, Chef de Service,
Officier de l'Ordre des Palmes Académiques.

Ce travail né de la confrontation de données physiologiques et pathologiques a été réalisé dans le laboratoire d'explorations fonctionnelles du service de Cardiologie, sous votre bienveillante responsabilité.

Vous m'avez initié à la physiologie au début de mes études médicales et je vous en exprime ma profonde gratitude.

Ayant été de vos élèves, je souhaite n'avoir pas trop trahi l'esprit physiologiste, en maltraitant moins le fond que la forme.

Monsieur le Professeur Jean-Philippe LESBRE

Maître de conférences, Agrégé de Médecine Générale,
Médecin des Hôpitaux.

Dans toutes les circonstances où j'ai sollicité vos conseils ou votre appui, vous avez répondu avec la même franchise et la même amicale attention.

J'ai pu apprécier, au cours de mes stages hospitaliers, toutes les facettes de votre attachante personnalité.

Vous avez bien voulu me confier cette thèse et accepter d'en être l'un des Juges. Je vous en exprime toute ma gratitude et vous prie de trouver ici le modeste témoignage de mon admiration et de mon respect.

Docteur Pierre DESSELLE,

Chirurgien des hôpitaux.

Tu me fais aujourd'hui l'honneur d'être de mes juges, bien que le sujet de cette thèse n'ait que de lointains rapports avec la discipline chirurgicale.

C'est pour moi l'occasion de t'exprimer ma vive reconnaissance pour la sollicitude bienveillante dont tu as pu faire preuve à mon égard, tout au long de ces trois années que j'ai passées à l'Internat de l'Hôpital d'Abbeville.

Mon initiation à la chirurgie m'a fait découvrir et apprécier les qualités de Patron et de Camarade que tu savais faire valoir selon les circonstances.

De tout cela, je te remercie et te prie de croire en ma plus fidèle amitié.

Docteur Jean-Claude QUIRET,

Chef de clinique Assistant.

C'est grâce à toi que ce travail a pu prendre forme
et trouver sa conclusion.

Je te suis reconnaissant d'y avoir consacré beaucoup
de ton temps et de m'avoir aidé de tes conseils et de
ton érudition.

Trouve ici le témoignage de ma gratitude et de mon
amitié.

Michel FREVILLE,

Assistant, attaché au Service de Physiologie de l'UER de
Médecine.

Tu as accepté spontanément de rechercher les
corrélations possibles entre les chiffres que je te
proposais et tu as su imaginer des conclusions qui
n'auraient pas vu le jour sans ton aide.

Je t'en remercie vivement et te prie de croire en
mon amitié.

A MES MAITRES DE L'HOPITAL D'AMIENS

A MES MAITRES DE L'HOPITAL D'ABBEVILLE

A MES CAMARADES DE L'INTERNAT

A TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPE A LA REALISATION DE CE TRAVAIL

A TOUS MES AMIS.

INTRODUCTION

Le bilan clinique et para-clinique de toute cardiopathie est fondé généralement sur l'étude du sujet au repos : seul, l'interrogatoire renseigne sur la symptomatologie fonctionnelle alléguée.

Si l'on veut apprécier le retentissement réel de la cardiopathie sur les activités quotidiennes du sujet, en éliminant toute participation subjective, il importe de compléter le bilan conventionnel par une épreuve d'effort standardisée.

Les signes fonctionnels que l'on note en cours d'épreuve témoignent alors de l'inadaptation du débit cardiaque à l'effort. si l'on a au préalable éliminé toute autre cause possible.

Ce travail a pour but, précisément, l'évaluation de la capacité fonctionnelle d'une population de sujets cardiaques, non coronariens.

L'épreuve d'effort permet de déterminer la consommation d'oxygène et de chiffrer le handicap de ces sujets, en référence aux valeurs enregistrées chez des sujets sains, dans les mêmes conditions.

Les corrélations hémodynamiques et fonctionnelles qui naissent de la confrontation des données cliniques et ergométriques, témoignent de la valeur irremplaçable du test d'effort chez le cardiaque, tout particulièrement dans l'optique d'une possible réinsertion professionnelle.

PLAN

1. <u>RAPPEL PHYSIOLOGIQUE</u> : Mécanismes d'adaptation du coeur à l'effort chez le sujet sain.	p. 1
A) <u>SYSTEME TRANSPORTEUR D'OXYGENE</u>	1
B) <u>POMPE CARDIAQUE</u> :	2
a) Fréquence cardiaque	
b) Volume d'éjection systolique	
2. <u>DETERMINATION DE LA CONSOMMATION D'OXYGENE</u>	4
A) <u>CHEZ LE SUJET SAIN</u>	4
a) Méthode directe : épreuve maximale	
b) Méthode indirecte : épreuve sous-maximale	
B) <u>CHEZ LE CARDIAQUE</u>	5
a) Notion de $\dot{V}O_2$ SL (SYMPTOM LIMITED)	
b) Motifs d'arrêt de l'épreuve :	
- Cliniques	
- Electrocardiographiques	

3. MATERIEL D'ETUDEA) SUJETS SAINS : 55 sujetsB) CARDIAQUES : 72 sujets

a) Répartition de ces sujets en 5 catégories

b) Tableaux 1 à 5

c) Tableau récapitulatif (tableau 6)

d) Classification de NYHA

- Fonctionnelle

- Thérapeutique

- Tableau 7

e) Autres classifications.

4. METHODOLOGIE

29

5. RESULTATS

34

A) SUJETS SAINS

34

a) $\dot{V}O_2$ maximale en fonction du travailb) Relation $\dot{V}O_2 = f(\text{Watt})$ - en considérant la $\dot{V}O_2$ globale- en considérant la $\dot{V}O_2$ rapportée au poids du sujet.B) SUJETS CARDIAQUES

39

a) $\dot{V}O_2$ SL en fonction des PALIERS DE TRAVAILb) Relation $\dot{V}O_2 = f(\text{Watt})$ - Avec la $\dot{V}O_2$ globale- Avec la $\dot{V}O_2$ rapportée au poids du sujet.

c) Pourcentage d'amputation de la $\dot{V}O_2$ SL par rapport aux sujets sains, par cardiopathie (tableau 10 et figure 1)

d) Relation $\dot{V}O_2 = f(FC)$ (tableau 11)

e) Relation $\dot{V}O_2$ et classification de NYHA (figure 2)

f) Tableaux synoptiques

1) Résultats de l'épreuve d'effort, selon le type de cardiopathie : tableaux 12 à 15

2) Motifs d'arrêt de l'épreuve d'effort : tableau 16

g) Corrélations hémodynamiques :

1) $\dot{V}O_2$ et pression artérielle chez les aortiques

2) $\dot{V}O_2$ et pression capillaire pulmonaire chez les

mitraux

6. COMMENTAIRES

63

A) SUJETS SAINS

63

a) Consommation globale d'oxygène en fonction du travail

b) Consommation d'oxygène rapportée au poids du sujet

B) SUJETS CARDIAQUES

64

a) Consommation globale d'oxygène en fonction du travail.

b) Consommation d'oxygène rapportée au poids du sujet

c) Relation entre le travail, la consommation d'oxygène et la dépense énergétique

d) Pourcentage d'amputation de la $\dot{V}O_2$ SL des cardiaques par rapport aux sujets sains.

e) Relation entre la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque.

f) Relation entre la $\dot{V}O_2$ et la classification de NYHA (figures 4 et 5).

7 CONCLUSION

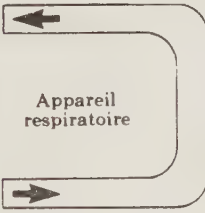
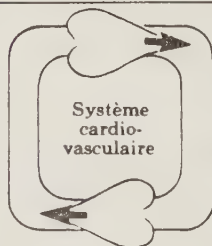
8 BIBLIOGRAPHIE

1. RAPPEL PHYSIOLOGIQUE : Mécanismes d'adaptation du cœur à l'effort chez le sujet sain.

A) SYSTEME TRANSPORTEUR D'OXYGENE

Au cours de l'effort dynamique, l'augmentation des besoins en oxygène au niveau des muscles met en jeu l'adaptation du SYSTEME TRANSPORTEUR d'OXYGENE, représenté spécialement par :

- L'appareil respiratoire qui prélève l'oxygène de l'air ambiant.
- La pompe cardiaque qui en assure le transport.
- Le muscle qui consomme cet oxygène.

Processus physique	Convection	Convection	
Proces. physiologique	Respiration	Circulation	
APPAREIL			
SYSTEME			
Dimensions	C.V., C.P.T., C.F.R., C.M.	Hb tot., Hb %, V.S. vol. card., F.C. max	Poids Taille
Capacités fonctionnelles	V.E.M.S., M.B.C. V.E. max., D.L.	Q max., Q max. xl, 34 Hb Vs Dt	
Capacité transport O 2	VO 2 max	VO 2	

SCHEMA de HOLMGREN

Au niveau des masses musculaires, l'oxygène permet la combustion des hydrates de carbones et des lipides, générateurs d'énergie.

Ce n'est que lorsque l'organisme épuise ses possibilités d'adaptation à la poursuite d'un effort, qu'il entre en anaérobiose, comme en témoigne l'augmentation de la lactacidémie.

Dans les conditions de notre étude, nous considérons que nos patients ont une volémie et une fonction respiratoire normales. pour n'envisager que le facteur cardiaque de l'adaptation à l'effort.

B) LA POMPE CARDIAQUE : Toute augmentation de la consommation d'oxygène entraîne une élévation du débit cardiaque.

La notion de consommation maximale d'oxygène donne les limites de l'adaptation du système cardio-circulatoire à l'effort en aérobose.

Elle est liée, en effet, à la fréquence cardiaque, au volume d'éjection systolique et à la différence artério-veineuse en oxygène, par la relation :

$$(\dot{V}O_2)_{\max} = f_c \times \dot{Q}_S \times (CaO_2 - CvO_2)$$

Voyons les mécanismes qui modifient la fréquence cardiaque et le volume d'éjection systolique :

. La fréquence cardiaque

Elle augmente à l'effort sous la dépendance du système sympathique et elle évolue parallèlement à la consommation d'oxygène.

Modifiée par l'entraînement physique, elle est reliée à l'importance du volume systolique : elle est moins élevée chez le sujet entraîné.

Au cours de l'effort, l'augmentation de la PCO_2 sanguine et la diminution de la PAO_2 stimulent les chémo-récepteurs sino-carotidiens et aortiques,

ainsi que les baro-récepteurs et entraînent une tachycardie en inhibant le centre cardio-modérateur et en agissant directement sur les centres bulbaires cardiaques.

Dans les efforts prolongés, l'augmentation de la fréquence cardiaque est également liée à l'augmentation de la température de l'organisme.

. Le volume d'éjection systolique

Son augmentation se manifeste au début de l'effort et seulement chez le sujet debout ou assis.

- Elle est liée à l'augmentation du retour veineux : la fibre myocardique s'allonge et fournit une tension accrue au cours de la systole suivante : au fur et à mesure de la dilatation ventriculaire, le volume d'éjection systolique augmente (loi de STARLING).

Cette augmentation est maximale quand l'effort atteint 40 % de la VO₂ max ; au-delà, l'augmentation du débit cardiaque se fait uniquement par l'intermédiaire de la tachycardie.

- Elle est liée également à l'augmentation des résistances périphériques, qui entraîne une diminution du volume d'éjection systolique pour un débit sanguin identique, tandis que s'accroît le volume télédiastolique : dans ces conditions, la tension de la fibre myocardique augmente et le volume systolique retrouve sa valeur normale.

Elle est liée enfin au rôle du système adrénergique qui accroît la contractilité du myocarde.

2. DETERMINATION DE LA CONSOMMATION D'OXYGENE ($\dot{V}O_2$)

A) CHEZ LE SUJET SAIN :

a) Mesure directe :

- L'augmentation de la consommation d'oxygène est progressive au cours d'un travail dynamique ; au-delà d'une certaine puissance, une augmentation de la charge de travail n'entraîne plus une élévation de la consommation d'oxygène. La courbe d'enregistrement de la $\dot{V}O_2$ atteint un plateau que le sujet ne peut dépasser : l'on parle alors de consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2\text{ max.}}$) ; dans ces conditions, l'épreuve est dite maximale : elle aboutit à l'épuisement du sujet.

A la $\dot{V}O_{2\text{ max}}$ correspond une fréquence cardiaque maximale théorique égale à : 220 moins l'âge du sujet.

On considère qu'une épreuve est maximale lorsque le sujet atteint 95 % de cette valeur théorique.

- L'épreuve est dite sous-maximale lorsque la puissance atteint 70 à 80 % de la puissance maximale : elle permet le calcul de la $\dot{V}O_{2\text{ max}}$ théorique par extrapolation, en évitant au sujet de fournir son effort jusqu'à épuisement.

b) Mesure indirecte :

Il existe une relation linéaire entre la $\dot{V}O_2$ et la fréquence cardiaque, pour des charges croissantes, infra-maximales ; une fréquence cardiaque obtenue lors d'un effort sous-maximal correspond donc à une même fraction de la puissance maximale ou de la $\dot{V}O_{2\text{ max}}$.

Le Nomogramme d'ASTRAND et RYHMING permet d'obtenir immédiatement la $\dot{V}O_{2\text{ max}}$ théorique à partir d'une seule mesure de la fréquence cardiaque, lors d'une épreuve sous-maximale, compte tenu de la charge de travail et du poids du sujet.

Pour plus de commodité, la fréquence cardiaque maximale a été fixée arbitrairement à 170 : la $\dot{V}O_2$ devient la $\dot{V}O_2$ (170) (CT 170 de MESSIN et Coll).

B) DETERMINATION DE LA CONSOMMATION D'OXYGENE CHEZ LE CARDIAQUE

Du fait de l'inadaptation cardio-circulatoire, la symptomatologie fonctionnelle vient rapidement limiter la poursuite de l'effort, au-dessus d'un certain niveau : l'on enregistre alors la $\dot{V}O_2$ SL (SYMPTOM LIMITED) et non plus la $\dot{V}O_2$ max.

La différence entre la $\dot{V}O_2$ SL et la $\dot{V}O_2$ max théorique réalise le handicap dû à la cardiopathie.

Certains critères témoignent de l'inadaptation à l'effort ; ils nécessitent l'arrêt de l'épreuve.

Critères d'arrêt (Colloque d'AMBARES, 1971)

a) Critères cliniques :

Des symptômes tels que :

- Douleur angineuse
- Lipothymie, menace de syncope
- Polypnée
- Fatigabilité musculaire à la limite tolérable.

Des signes tels que :

- Pâleur, sueurs, cyanose
- Chute de la tension artérielle, pincement de la différentielle.

- Elévation de la tension artérielle systolique à des valeurs égales ou supérieures à 250 mm Hg
- Fréquence du rythme cardiaque au-delà de la valeur maximale théorique pour l'âge.

b) Critères électrocardiographiques :

Troubles du rythme :

- Plus de cinq extrasystoles par minute.
- Extrasystoles ventriculaires polymorphes.

Apparition de troubles de la conduction :

- Auriculo-ventriculaire
- Ventriculaire

Modification de la repolarisation ventriculaire :

- Sous dénivellation horizontale ou descendante de ST, égale ou supérieure à 2 mm.
- Elévation de ST associée à une dépression dans les dérivations opposées.
- Onde T inversée et ST de type "ischémique" pouvant traduire une insuffisance coronaire fonctionnelle chez les valvulaires ou chez les sujets atteints de cardiomyopathie.

3. MATERIEL D'ETUDE

A) LES SUJETS SAINS : au nombre de 55

- Comprenant des sujets sportifs dans les deuxième et troisième décade et des sujets non sédentaires représentatifs d'une population urbaine dans les autres décades, ils ont permis de déterminer la capacité aérobie pour chaque tranche d'âge et pour chaque sexe.

- Dans tous les cas, la VO₂ a pu être obtenue par mesure directe, au cours d'une épreuve maximale.

B) LES CARDIAQUES

a) 72 sujets ont été répartis en cinq groupes, selon le type de cardiopathie :

- MITRAUX
- MITRO-AORTIQUES
- AORTIQUES
- CARDIOPATHIES CONGÉNITALES
- MYOCARDIOPATHIES

1. Les mitraux :

Sur 21 sujets, 11 sujets ont un rétrécissement mitral (RM)

2 sujets ont une insuffisance mitrale (IM)

Les 8 autres ont une maladie mitrale (MM)

Ces sujets sont répartis par tranches d'âge :

- De 20 à 29 ans :

- 1 sujet masculin porteur de MM

- 2 sujets féminins atteints de RM : problème

de resténose pour le sujet n° 2, un an après une commissurotomie au doigt, à cœur fermé. Resténose également chez le sujet n° 3, sept ans après une commissurotomie au doigt, un an après une commissurotomie au Dilatateur.

- De 30 à 39 ans :

- 2 sujets masculins sont atteints de MM :

le sujet n° 6 est porteur d'une STARR MITRALE depuis trois ans.

- Le troisième sujet masculin présente un RM, ainsi que le sujet n° 7, de sexe féminin .

- De 40 à 49 ans :

- 3 sujets de sexe masculin, dont :

1 RM : valve de BJORCK

2 IM : le sujet n° 10 est porteur d'une

STARR MITRALE depuis un an.

- 3 sujets de sexe féminin, dont :

1 MM

2 RM : problème de resténose pour le sujet

n° 13, un an après une commissurotomie au doigt.

Pour le sujet n° 12, commissurotomie

deux ans auparavant et prothèse de STARR un an auparavant.

- De 50 à 59 ans :

- Le sujet de sexe masculin pose le problème d'une RESTENOSE, dix ans après une commissurotomie.

- Les cinq sujets de sexe féminin comprennent :

2 RM, 3 MM (le sujet n° 16 est porteur de deux valves de BEALL, mitrale et tricuspide, depuis deux ans).

- De 60 à 70 ans :

- 2 sujets de sexe féminin : 1 RM et 1 MM

porteur de STARR MITRALE.

Sur ces 21 sujets, 9 d'entre eux sont en fibrillation auriculaire, 20 sujets sont soumis à un traitement digitalo-diurétique et anticoagulant.

2. Les mitro-aortiques :

9 sujets : six hommes et trois femmes :

- Moins de 20 ans :

- 1 sujet de sexe masculin, porteur de RM

+ IA et un sujet de sexe féminin porteur de RM + MA.

- De 20 à 29 ans :

- 1 sujet de sexe masculin, porteur de IM + IA.

- De 30 à 39 ans :

- 2 hommes : l'un porteur de MM + IA,

l'autre de RM + MA et une femme : RM + IM (resténose mitrale après commissurotomie datant de dix ans).

- De 40 à 49 ans :

- 2 hommes : 2 IM + IA

- De 60 à 70 ans :

- 1 femme atteinte d'IM + MA

Dans ce groupe, 3 sujets sont en arythmie complète par fibrillation auriculaire, 5 sujets sont au traitement digitalo-diurétique et anticoagulant.

3. Les aortiques :

15 sujets, dont 11 rétrécissements (RA) et 4 insuffisances (IA) (voir la répartition selon l'âge et le sexe sur le tableau 3).

A noter que le sujet n° 13 de sexe féminin est porteur d'une STARR AORTIQUE.

4. Les cardiopathies congénitales :

- 12 sujets dont 7 hommes et 5 femmes :

- Moins de 20 ans :

- 2 sujets de sexe masculin : tous les deux porteurs d'une C. I. A.

- 4 sujets de sexe féminin, 1 C. I. A. , 1 C. I. A. associée à une sténose pulmonaire, 1 canal artériel, 1 maladie de ROGER.

- De 20 à 29 ans :

- 3 sujets de sexe masculin : 1 sténose pulmonaire valvulaire qui a subi une valvulotomie pulmonaire un an auparavant et deux C. I. A.

- De 30 à 39 ans :

- 1 homme porteur d'une sténose pulmonaire valvulaire qui a subi une valvulotomie pulmonaire deux ans auparavant.

- 1 femme atteinte de C. I. A. (Ostium II) qui a subi une intervention un an auparavant : pose d'un PATCH.

- de 40 à 49 ans :

- 1 sujet masculin porteur de sténose pulmonaire associée à une insuffisance coronarienne.

5. Les myocardiopathies obstructives

non obstructives : - Primitives
(CMNO) - Secondaire

15 sujets : 14 hommes, 1 femme.

- De 30 à 39 ans :

- 3 hommes, l'un atteint de CMP obstructive, l'autre porteur de CMP non obstructive à forme diffuse, le troisième atteint de CMP éthylique.

- De 40 à 49 ans :

- 5 hommes, l'un d'entre eux est atteint de CMP obstructive, les quatre autres de CMP non obstructive d'origine éthylique.

- De 50 à 59 ans :

- 5 hommes : 1 CMP obstructive et 4 CMP non obstructives dont 2 d'origine éthylique.

- De 60 à 70 ans :

- 1 homme et une femme atteints de CMP
non obstructive.

Notre étude porte donc sur une série de 72 sujets (47 hommes, 25 femmes), dont 18 ont subi au moins une intervention cardiaque ; 11 d'entre eux portent une prothèse cardiaque définitive (10 prothèses valvulaires et 1 Patch.)

Sur ces 72 sujets, 13 sont en fibrillation auriculaire et 44 sujets sont soumis à un traitement digitalo-diurétique et anticoagulant.

b) Les tableaux qui suivent résument les données du bilan clinique et paraclinique pour chacun des 72 cardiaques étudiés en fonction du type de cardiopathie.

	Nom	Age	Sexe	Diagn	Poids	Taille	E. C. G.	Intervention	Circonstances de découverte	Signes fonctionnels	Activité	NYHA
1	DU. JC	27	H	MM	77,5	167	F. A.		D + palpitations d'effort à 25 ans	Précordialgies d'ef. palpitations	Ouvrier agricole	II D
2	FO. M	24	F	RM	48	163	F. A.	Commissurotomie au doigt	Fortuite à la suite d'hospitalisation pour AVP	D. E. et d. toux + palpitations d'effort	travaux domestiques	IIID
3	BE. A	29	F	RM serré	62	155	HAG, SVD	Double commis-surotomie	Au 4ème accouchement	D. E., bronchites à répétition	id	IIIC
4	SV. R	34	H	MM	61	174	Arythmie SVG		RAA 5 ans auparavant	D. E. Douleurs thoraciques Sub-O. A. P.	Invali-dité	IIID
5	LE. C	35	H	MM	70	165	N	Starr mitrale		Néant	Post-opéré R	IC
6	HE. P	36	H	RM	52		F. A.		T. A. par F. A.	D. E. modérée toux à l'effort	arriéré mental activité sub. norm.	II C
7	TE. H.	38	F	RM	60	157	H. A. G.			D. E. modérée	travaux domesti.	IIB
8	AI. G.	40	H	IM	85,5	174	S. V. G.		RAA à 15 ans Osler à 29	D. E. modérée	Cafetier A	IIB
10	BL. M	46	H	IM	63	165	H. A. G.	Starr mitrale	RAA à 15 ans	D. E. +palpitations d'effort + Dd	Ouvrier spéc. A	IIIB
9	FL. G.	42	H	RM	73,5		T. A.	Valve de BJORCK	Fortuite à la suite d'une AVP 3 ans auparavant	D d'effort et d.	R	IIID
11	WA. I	40	F	MM	65	157	N		Au cours de la 8ème grossesse	D. E Hémoptysies	Travaux domest.	IIIB

	Nom	Age	Sexe	Diagn.	Poids	Taille	E. C. G.	Intervention	Circonstances de découverte	Signes fonctionnels	Activité	NYHA
12	PR. C	40	F	RM	60		H. A. G.	Commissurotomie	RAA à 16 ans		travaux domest.	IIIC
13	BR. O	44	F	RM	65		S. V. G.	Starr mitrale	RM à 22 ans	D. E. et d sub. O. A. P.	femme ménage R	IIID
14	DE. C	50	H	RM	78	183	S. V. G.	Commissurotomie	A 40 ans TA Commissurotomie	D. E. et d. bronchites à répétition	R	IVD
15	HE. S	51	H	RM	64	170	FA		RM à 13 ans	Angor, D. E et d;	très limitée R	IVD
16	GL. F	55	F	MM	62			Beall Mitrale et tricuspide	RAA à 8 ans RM à 48 ans	D. E et R+Angor d'effort	Normale A	IIB
17	ST. Y	55	F	MM	59		INSUFF. Coronar.		Fortuite à la suite d'une chute: hospitalisation	Angor D. E et de repos	Travaux domest.	IIIC
18	LE. F	55	F	MM	83	161	SVG. SVD		RAA à 11 ans RM à 47 ans	D. E. et d. Palpitations	Très limitée R	IIID
19	JA. M	56	F	RM	58		FA		Bronchites à répétition de- puis 6 ans	D. E. + palpita. D de décubitus	Très limitée R	IIID
20	PH. S	63	F	MM	46		FA SVG. SVD	Starr mitrale	RAA à 23 ans arythmie compl. par F. A. à 65 ans	D. E + paroxystique Sub O. A. P.	fauteuil R	IVE
21	PE. G	69	F	RM	55	160	N			D. E. modérée	Normale	IIC

LEGENDE : A : en activité - R : Arrêt de travail

D : dyspnée

D. E. : dyspnée d'effort

D. d : dyspnée de décubitus

d. : décubitus

FA : fibrillation auriculaire

Tranches d'âges	Nom	Age	Sexe	Diagn.	Poids	Taille	E. C. G.	Interventions	C. de découverte	S. Fonctionnels	Activité	NYHA	
0	1	SO. P	17	H	RM. IA	48	173	HVG. SVG WPW		Médecine du travail	D. E. modérée	manoeu. A laiterie act. modé.	IIB
	2	BO. H	14	F	RA. IA	39		HAG. HAD		Dépistage Scol. découverte S. S.	Dyspnée d'effort	Normale Scolaire	IIB
à 29	3	GA. B	21	H	IM. IA	66	176	S. V. G.		Dépistage Scol.	D. E. modérée	Normale. A	I B
30	4	VA. C.	33	H	MM. IA	65	176	SVG. PR à 24/100		Arythmie complète par F. A. découvert. récemment	Dyspnée d'effort	Normale. A. peintre décoration	IC
	5	DE. J	37	H	RM. MA	66	170	SVG+HAG HAD		Angor Spontané à 20 ans	Dyspnée modérée	Normale. A ouvrier agricole	IIC
à 39	6	G. A.	37	F	RM. IM	56			Commissurotomie 9 ans auparavant	RAA dans l'enf.	D. E. + d.	Normale	IIC
	7	MA. R	47	H	IM. IA	59	172	FA		Arythmie compl. F. A découverte récemment	D. E., angor. E, asthénie +++	Modérée. chômage	IIC
40 à 49	8	GA. R.	49	H	IM. IA	64	164	Arythmie complète		RAA à 11 ans Dyspnée à 15 ans	D. E. Orthopnée	Très limitée	IVC
	9	AD. A	64	F	IM. MA	60				Majoration signes fonctionnels	D. E. et d. angor	travaux domest.	IIID

Tranches d'âges	Nom	age	Sexe	Diagn.	Poids	Taille	E. C. G.	Interventions	C. de Découverte	S. Fonctionnels	Activité	NYHA
20	1 DH. J.L	17	H	IA	53	172	SVG		Médecine Scol.	Néant	Normale.A	IA
20 à 29	2 DU. T	23	H	•RA	70	172	IVG		Réformé	Néant	id.	IA
	3 DE. A.M	29	F	RA	49		/	starr aortique pontage aorto coronarien		Néant	Normale.A	IIC
30 à 39	4 CR. T	30	H	IA	67, 5	168	/		Souffle Diastolique connu de longue date	Dyspnée d'effort	Rechute de RAA.R	IID
	5 LE. P	34	H	IA	68		SVG		fortuite en cours d'hospitalisation pour AVP	Néant	Normale.A Comptable	IA
40 à 49	6 FL. C	43	H	RA	66		SVG		Suite de RAA	Néant	Normale.A	IA
	7 DE. G	46	H	RA	63	163	/		bilan de lipothymies	Néant	Normale.A	IB
	8 V. P.	47	H	RA serré	65		SVG+INS coronaire		Médecine du travail	Dyspnée+Angor	Modérée.R	IIID
50 à 59	9 S. E.	50	H	IA	62		/			Néant	Normale.A	IIC
	10 BR. J	53	H	RA	74	171	SVG+INS coron.		Réformé	Néant	Normale.A	IB
	11 HE. M	54	H	RA	66	167	SVG		D. E. d'appari-tion récente	D. E. et d.	très modérée.R	IID
60 à 69	12 BO. L	66	H	RA	65	170	HAG. HVG arythmie		Douleurs rétro sternales de d.	D. E. +douleurs rétrosternales	Retraité activité sub-nor	IIID
	13 FA. Z	61	F	RA	71	164	HVG. HAG	Starr aortique	D. E. à 21 ans	D. E. + d. et syncopes	travaux domest.	IIID
	14 C. A.	66	F	RA	54		SVG		Dyspnée d'effort	Dyspnée d'effort	travaux domest.	IIIC
70 et plus	15 AL. A	76	H	RA	66	170	Arythmie complète		IVG décompensée	Dyspnée d'effort	Normale	IIC

	Nom	Age	Sexe	Diagn.	Poids	Taille	E. C. G.	Intervention	C. de découverte	S. fonctionnels	Activité	NYHA
1	DE. D	16	H	CIA	52	157	Bloc de br. inc. D		Examen systématique pré-opératoire (strabisme),	D. E. modérée	normale (scolaire)	IIC
2	B. D.	18	H	CIA			N		Médecine travail	Néant	normale (manoeuvre)	IIA
3	K. OS	13	F	canal art.	40	149	N		Médecine Scol.	Néant	normale	IA
4	FO. F	17	F	CIA	50		Bloc de br. c. D		D. E. + palpitations	D. E. modérée	Scolaire	IIB
5	CA. S	18	F	CIA + stén.	46	155	HAD Bloc inc. D.		SS découvert dans l'enfance	D. E. modérée	Normale. A (confection.)	IIB
6	HO. C	18	F				Bloc de br. inc. D		Examen systématique	Fatigabilité à l'effort	Normale. A	IIB
7	BL. J	20	H	stén. pulm.	56	160	HAD. SVD	Valvulotomie pulmonaire	Réformé	D. E. modérée	Normale. A ouvr. agr.	IIB
8	RI. A	24	H	CIA	60	168	Bloc de br inc D		visite d'incorporation sapeurs-pompiers	Néant	Normale. A	IA
9	VI. Y	23	H	CIA	69	173	SVD bloc de br inc droit		Visite médicale systématique	Néant	Normale. A plombier	IA
10	LE. M	38	H	Sténo pulmo. valvul.	67	170	SVD bloc de br. comp. droit	Valvulotomie pulmonaire	SS connu depuis l'enfance	Dyspnée d'effort	Normale. A (agriculteur)	IA
11	LA. J	34	F	CIA ost II	54		Bloc de br. inc. droit	Patch	1 an auparavant au décours du 7ème accouche.	Néant	Normale. A	IIC
12	BA. S	47	H	sténo pulmo l. cor	84	173	N		Accentuation dyspnée d'effort connue depuis un an	D. E. et d.	réduite (décapeur) A	IIC

Tranches d'âge

10 à 29 ans

30 à 39 ans

40 à 49 ans

	Nom	Age	Sexe	Diagn	Poids	Taille	E. C. G.	Interventions	C. de Découverte	S. Fonctionnels	Activité	NYHA
1	DJ. S	34	H	MCO	64	162	lésion sous-endo post-lat.		lors d'une h osp. pour dermatose	D. E. croissante	Normale A menuis.	IIC
2	D. F.	36	H	MCP éthyl	60		SVG				Normale A	IIC
3	PE. J	38	H	MCP	65				Visite médicale systématique	D. E. modérée	ModéréeR	IIID
4	MA. J	41	H	MCP éthyl	80	169	SVG. HAD		D. E. chez un éthylique	Dyspnée d'effort	Ouvrier d'usineA	IIC
5	D. E.	42	H	MCP éthyl	68					Dyspnée d'effort modérée	Sub normalR	IID
6	LU. M	43	H	MCP éthyl	63	174	bloc sino-auri culaire		insuffisance cardiaque congestive	D. E. et d. paroxystique	Maçon.R	IIID
7	SC. A.	47	H	MCP éthyl	72				Ins. Cor. chez un éthylique		Chauffeur poids-lourd.A	IIC
8	PA. J	48	H	MCO	56		N			Dyspnée d'effort	A	IIC
9	JO. J	50	H	MCP	79, 5	172	A. C. par FA. SVG		Décompensa- tion cardiaque	Dyspnée d'effort et décubitus	Modérée R	IIID
10	IN. M	53	H	MCP éthyl	72	172	N			D. E. et d. + palpitations	NormaleR mais arrêt travail	IIB
11	FL. R	54	H	MCP	75		SVG		H. T. A. + crises angineuses		NormaleA	IIC
12	CA. R	59	H	MCO	85	165	SVG		Insuffisa. card. douleurs angin.	D. E. + d.	Réduite.R	IIID
13	BO. P	59	H	MCP	80	184	SVG				Réduite.R	IIID
14	CL. A	60	H	MCP	70	169	arythmie complète		arythmie depuis deux ans O. A. P.	D. E. modérée	Réduite.R	IID
15	DU. I	65	F	MCP	69					D. E. + d.	très réduite.R	IIID

Tranches	21 sujets			13 sujets		9 sujets		12 sujets				13 sujets		
	MITRAUX			AORTIQUES		MITRO-AORTIQUES		CARDIOPATHIES CONGÉNITALES				MYOCARDIOPATHIES		
Sexe	RM	IM	MM	RA	IA			CIA	CIV	STENOSE PULM.	CANAL ART.	MCO	MCNO	
													ETHYL	AUTRES
20	H				1	1		2						
	F					1		2	1		1			
20 à 29	H		1	1		1		2		1				
	F	2		1										
30 à 39	H	1	2		2	2				1		1	1	1
	F	1				1		1						
40 à 49	H	1	2	3		2				1		1	4	
	F	2	1											
50 à 59	H	1		2	1							1	2	3
	F	2	3											
60 à 69	H			1										1
	F	1	1	2		1								1
70 et plus	H			1										
	F													

c) Classification de NYHA

L'interrogatoire proposé à chacun des sujets cardiaques avant l'épreuve d'effort recherche les éléments suivants :

- Dyspnée
- Douleurs thoraciques
- Toux, expectoration, hémoptysie
- Palpitations
- Lipothymie, syncope
- Asthénie, fatigabilité
- Activité possible.

C'est dans cet esprit que le Comité de la New York Heart Association (NYHA) a élaboré en 1964 une classification fonctionnelle et thérapeutique de ces sujets (voir tableau 7).

1. Classification fonctionnelle :

- Groupe I : sujets atteints de cardiopathie, qui n'éprouvent aucune gêne fonctionnelle, même à la réalisation des efforts les plus importants de l'activité quotidienne.

- Groupe II : les efforts les plus importants de la vie quotidienne sont générateurs de dyspnée, palpitations, fatigue précoce, douleur angineuse.

- Groupe III : la cardiopathie est bien tolérée au repos : dyspnée, palpitations, angor, fatigue, apparaissent au cours des efforts les plus minimes de la vie quotidienne (montée d'un étage, marche de 500 mètres sur terrain plat).

- Groupe IV : la symptomatologie fonctionnelle est présente au repos, elle s'aggrave au moindre effort.

2. Classification thérapeutique :

- Groupe A : Cardiaques dont l'activité ne demande aucune limitation.
- Groupe B : Cardiaques dont l'activité ordinaire ne demande aucune limitation, mais à qui l'on conseille d'éviter les efforts.
- Groupe C : Cardiaques dont l'activité ordinaire doit être modérément réduite.
- Groupe D : Cardiaques dont l'activité ordinaire doit être considérablement réduite : ces sujets sont incapables d'aucune activité professionnelle
- Groupe E : Repos complet (lit ou fauteuil)

d) Autres classifications

1. Classification de GORDON : Elle se divise en quatre groupes, en fonction du coût métabolique.

A) 5 calories par minute :

Activité physique libre.

B) 2,5 calories par minute :

Activité physique ordinaire

C) 2 calories par minute :

Activité limitée

D) 1,5 calorie par minute :

Pas d'activité physique.

Il faut rappeler à propos de cette classification, la notion de valeur énergétique d'oxygène :

Le "coefficient thermique" de l'oxygène est égal à 4,83 KCal.

Une approximation permet de dire que l'utilisation d'un litre d'oxygène correspond à une dépense d'énergie de 5 kilocalories.

Un exemple : La marche en terrain plat, à la vitesse de 4 km/heure (vitesse de promenade) coûte environ 3,7 KCal/mn.

CLASSIFICATION DE NYHA (1964)

FONCTIONNELLE		DYS PNEE	PALPITATIONS	FATIGUE	ANGOR	GROUPE
DE I	AUX EFFORTS LES PLUS IMPORTANTES DE LA VIE QUOTIDIENNE	0	0	0	0 + + +	
DE II	idem	+	+	+	+	
DE III	AUX EFFORTS MINIMES DE LA VIE QUOTIDIENNE	+	+			
DE IV	AU REPOS					
AUCUNE LIMITATION DE L'ACTIVITE						GROUPE A
ACTIVITE NORMALE, EN EVITANT LES EFFORTS						GROUPE B
ACTIVITE MODEREMENT REDUITE						GROUPE C
ACTIVITE CONSIDERABLEMENT REDUITE (ARRÊT DE TRAVAIL)						GROUPE D
REPOS COMPLET						GROUPE E
THERAPEUTIQUE						

(Tableau 7)

2. Cotation de BRICAUD-SEMPLE : Elle permet une définition plus précise du cardiaque ; son estimation chiffrée tient compte de nombreux paramètres.

FACTEURS D'APPRECIATION	PARAMETRES	COEFFICIENTS			
I Tableau clinique	1. Age	1	2	3	4
	2. Ancienneté de la maladie	1	2	3	4
	3. Classification fonctionnelle subjective	1	2	3	4
	4. Estimation clinique - valeur fonctionnelle du coeur	1	2	3	4
	5. Signes radiologiques	0,5	1	1,5	
	6. Electrocardiogramme	0,5	1	1,5	
	7. Rythme et conduction	1	2	3	4
	8. Affections extra-cardiaques	1	2	3	4
	9. Tension artérielle	1	2	3	4
	10. Traitement	1	2	3	4
	11. Activité physique habituelle avant la phase aiguë	1	2	3	
II Comportement	12. Capacité psychotechnique	1	2	3	
	13. Caractéristiques psychologiques	1	2	3	4
	14. Influence de l'environnement	1	2		
III	15. Nature de la cardiopathie	0	4	6	8
IV	16. Epreuves d'effort	0	4	6	8

Cette cotation ne peut être utilisée que pour des malades stabilisés dans leur affection et pour lesquels se pose la question d'une réinsertion sociale ou professionnelle.

<u>Facteur</u>	<u>1. ETAT PHYSIQUE</u>	<u>Cotation</u>
<u>1. 1 AGE</u>		
	moins de 24 ans	1
	de 25 à 44 ans	2
	de 45 à 64 ans	3
	au-dessus de 65 ans	4
<u>1. 2 ANCIENNETE DE LA MALADIE D'APRES LA OU LES PREMIERES MANIFESTATIONS CLINIQUES</u>		
	moins d'un an	1
	de un à cinq ans	2
	de six à quinze ans	3
	plus de quinze ans	4
<u>1. 3 CLASSIFICATION FONCTIONNELLE SUBJECTIVE</u>		
	aucune limitation	1
	limitation pour des efforts modérés par gêne respiratoire	2
	limitation pour des efforts modestes par gêne respiratoire	3
	activité très réduite	4
<u>1. 4 ESTIMATION CLINIQUE DE LA VALEUR FONCTIONNELLE DU COEUR</u>		
	équilibre normal	1
	symptômes et signes d'insuffisance circula- toire à l'effort	2
	symptômes et signes d'insuffisance cardiaque droite ou gauche contrôlée ou partiellement contrôlée	3
	insuffisance cardiaque globale	4

FacteurCotation1. 5 SIGNES D'HYPERTROPHIE ET DE DILATATIONDU COEURa) Signes radiologiques¹

coeur normal ou modérément élargi	0, 5
coeur normal ou modérément élargi avec signes d'hypertension veineuse ou artérielle pulmonaire	1
coeur franchement élargi	1, 5

b) Signes électrocardiographiques

aucun	0, 5
hypertrophie ventriculaire droite ou gauche	1
hypertrophie ventriculaire combinée	1, 5

1. 6 RYTHME ET CONDUCTION

rythme sinusal	1
arythmie sinusale	
extrasystoles ventriculaires occasionnelles	
tachycardies sinusales persistantes	2
extrasystolie ventriculaire	
bloc auriculo-ventriculaire du 1er degré	
bloc incomplet de branche droite ² ou gauche	
extrasystolie polymorphe ou en salves	3
extrasystoles ventriculaires survenant sur la fin de l'onde T précédente	
bloc complet de branche droite ou gauche	
fibrillation ou flutter auriculaire	
tachycardies supraventriculaires paroxystiques occasionnelles	
bloc auriculo ventriculaire du 2ème degré	

¹ en l'absence de mesure objective du volume cardiaque, on appréciera l'augmentation du volume par la détermination du diamètre cardio-thoracique.

² ne retenir que les blocs incomplets de branche droite pour lesquels r' ou R' est supérieur à r ou R en V_1 .

<u>Facteur</u>	<u>Cotation</u>
bloc auriculo ventriculaire complet	4
troubles du rythme récidivants et éventuellement successifs et complexes	
tachycardie ventriculaire	
 1 7 <u>PRESENCE D'AFFECTIONS EXTRA CARDIAQUES (ASSOCIATION OU COMPLICATION)</u>	
pas d'association ou de complication	1
présence d'une ou de plusieurs affections non invalidantes ne réclamant pas de traitement continu ¹	2
présence d'une ou de plusieurs affections non invalidantes réclamant un traitement continu	3
présence d'une ou de plusieurs affections invalidantes mais compatibles avec le maintien d'une activité	4
 1. 8 <u>PRESSIION ARTERIELLE</u>	
non élevée	1
hypertension sans retentissement cardio-vasculaire, OMS 1	2
hypertension avec retentissement cardio-vasculaire, OMS 2	3
hypertension maligne et hypertension au stade OMS 3	4
 1 9 <u>TRAITEMENT</u>	
pas de traitement médical	1
intervention chirurgicale correctrice efficace	
traitement médical intermittent ou interrompu	2
intervention chirurgicale prothétique ou palliative ou correctrice, mais incomplètement efficace	
traitement médical continu et efficace	3
traitement continu peu satisfaisant	4

¹ on entend sous ce terme une affection réduisant à elle seule l'activité physique ou psychique du malade.

FacteurCotation

1. 10 ACTIVITE PHYSIQUE HABITUELLE AVANT LA
PHASE AIGUE DE LA MALADIE

intense	1
moyenne	2
réduite	3

2. COMPORTEMENT

2. 1 CAPACITE PSYCHOTECHNIQUE CONCUE DANS SON
ENSEMBLE

excellente	1
moyenne	2
mauvaise	3

2. 2 CARACTERISTIQUES PSYCHOLOGIQUES

stabilité émotionnelle satisfaisante	1
névrose facilement contrôlée	2
névrose mal contrôlée	3
dépression anormale ou agressivité ou autres comportements psychiatriques	4

2. 3 INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT

favorable	1
défavorable ou inconnue	2

FacteurCotation

3. COTATION DE PONDERATION
EN FONCTION DE LA NATURE DE
LA CARDIOPATHIE 1

3 Péricardites	0
hypertension modérée	
cardiopathies congénitales curables	
valvulopathie isolée (à l'exclusion du rétrécissement aortique)	4
maladies ischémiques du coeur sans infarctus du myocarde	
cardiopathies congénitales non complètement corrigibles par la chirurgie	
rétrécissement aortique	6
infarctus du myocarde	
affection d'origine infectieuse, inflammatoire, métabolique ou inconnue ("myocardiopathies")	
polyvalvulopathies	8
hypertension maligne	

4. REPONSE AUX EPREUVES
ERGOMETRIQUES STANDARDISEES

réponse normale pour l'âge et le sexe	0
réponse limitée aux trois quarts de la réponse normale (VO ₂ max. ou autre test)	4
arrêt par suite de symptômes d'alarme au-dessous de ce seuil	6
contre-indication à l'épreuve	8

¹ les rapprochements réalisés dans ces groupes ne tiennent compte que des corrections qu'il a paru utile d'apporter à la cotation pour corriger les distorsions de cotation introduites obligatoirement par l'adoption de cadres trop succincts ou trop rigides.

Il semble que la cotation de BRICAUD-SEMPLE permette de noter une différence hautement significative de survivance et de décès entre les sujets qui ont une cotation jusqu'à 30 et les sujets qui ont une cotation supérieure à cette valeur (V. RULLI-ROME 1974).

3. C'est pourquoi le comité de la NYHA propose en 1974 une nouvelle classification ; compte tenu de tous les éléments étiologiques, anatomiques et physiologiques qui permettent de dresser le bilan d'une affection cardiaque, cette classification divise les sujets en quatre groupes :

A) En fonction du Statut du cardiaque qui peut être :

- 1) Non compromis
- 2) Peu compromis
- 3) Modérément compromis
- 4) Sévèrement compromis

à l'issue du bilan et avant le traitement,

B) et du Pronostic qui peut être :

- A) Bon
- B) Bon avec le traitement
- C) Assez bon avec le traitement
- D) Réservé malgré le traitement.

Dans cette classification, le pronostic n'est plus lié à la limitation fonctionnelle du sujet, mais au résultat de la meilleure thérapeutique possible, médicale ou chirurgicale, qui ne doit pas se contenter d'améliorer la symptomatologie fonctionnelle (car cette symptomatologie peut être minime ou absente, alors que le coeur a déjà subi des modifications très importantes), mais qui doit changer fondamentalement le cours de la maladie.

4. METHODOLOGIE

Le but de ce travail a consisté, dans un premier temps, à déterminer tous les éléments de la symptomatologie fonctionnelle, susceptibles de limiter l'activité physique des cardiaques dans leur vie quotidienne.

Dans un deuxième temps, tous les caractères de la cardiopathie ont été définis dans un bilan clinique et paraclinique complet.

Dans un troisième temps, l'épreuve d'effort a donné l'évaluation chiffrée de la capacité physique réelle du sujet ; le plus souvent, elle a été réalisée au décours de l'accident aigu révélateur de l'affection cardiaque, en fin d'hospitalisation.

Dans certains cas, l'épreuve a été réalisée en pré-opératoire ; dans d'autres cas, en post-opératoire.

Dans bon nombre de cas, enfin, elle a complété le bilan cardiovasculaire, au cours d'une visite médicale de routine.

Par son intermédiaire, nous avons testé deux groupes de sujets :

- Des sujets sains, non sédentaires, pris dans une population urbaine.
- Des sujets atteints de cardiopathie, compte tenu des éventuelles contre-indications absolues ou relatives.

Les résultats obtenus chez les sujets sains, en particulier en matière de consommation d'oxygène, nous ont servi d'éléments de référence ; ils nous ont également permis d'établir une comparaison avec les moyennes retrouvées dans la littérature et de juger ainsi de la fiabilité de nos appareils de mesure.

L'épreuve s'est déroulée au Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles du Service de Cardiologie.

- Les sujets ont été testés au moins deux heures après le dernier repas, à distance d'un travail lourd.

- La température de la pièce était comprise entre 20° et 25°.

Tous les éléments du bilan cardiovasculaire enregistrés avant, pendant et après l'épreuve d'effort ont été consignés sur une feuille d'observation dont nous joignons un exemplaire :

OBSE RVATION

NOM :

Prénom :

Date :

Age :

Poids :

Taille :

Adresse :

Profession :

Médecin traitant :

Antécédents familiaux et personnels :

Histoire de la maladie :

Interrogatoire :

- Dyspnée :
- Douleurs thoraciques :
- Toux, expectoration, hémoptysie :
- Palpitations :
- Lipothymies, syncopes :
- Asthénie, fatigabilité :
- Activité possible :

- Traitement en cours :

Examens :

- Auscultation et phonocardiogramme :

- Pouls :

- Poumons :

- Abdomen :

- Oedèmes - cyanose
- TA :

Télécoeur :

E. C. G. de repos

Cathétérisme - Coronarographie :

Palier	FC	PA	$\dot{V}O_2$	F	VM	PAP	$\dot{Q}_c$	Oxymétrie

Motif de l'arrêt :

Conclusion :

Tous les sujets ont subi une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique à freinage électromagnétique.

Le travail fourni par le sujet est fonction :

a) De l'intensité du freinage (le sujet doit vaincre la résistance au pédalage créée par le freinage).

b) Du nombre de tours de roue totalisé pendant l'épreuve (le nombre de révolutions du pédalier doit être égal en moyenne à 60 par minute).

La puissance correspond au travail fourni dans l'unité de temps.

Le sujet est assis pendant l'épreuve ; les résultats sont obtenus au cours d'une épreuve unique ; l'effort est progressif et se déroule le plus souvent sans phase de repos, par paliers successifs de 30 watts, à raison de trois minutes par palier.

Nous avons effectué pour chaque sujet une étude de la consommation d'oxygène, à l'aide d'un appareil de type SPIROLYT II GODART-STATHAM, qui inscrit en continu par analyseurs physiques à infra-rouges la teneur en O₂ et en CO₂ de l'air expiré pour une quantité d'air déterminée, permettant ainsi l'enregistrement direct des courbes de $\dot{V}O_2$ et de $\dot{V}CO_2$.

Le sujet est relié à l'appareil à l'aide d'un embout buccal ; il est muni d'un pince-nez.

En fin d'épreuve, la consommation d'oxygène globale ($\dot{V}O_2$) se lit directement sur la courbe d'enregistrement ; elle est exprimée en litres par minute.

Rapportée au poids du sujet, elle définit la capacité aérobie que l'on exprime en ml/kg/mn.

L'enregistrement d'un électrocardiogramme d'effort a été réalisé à la fin de chaque palier de trois minutes, sur 9 dérivations : V2, V4, V6, D1, D2, D3, AVR, AVL, AVF.

A chaque palier, l'on note la fréquence cardiaque, la pression artérielle et les signes fonctionnels.

5. RESULTATS

1. Consommation maximale d'oxygène

A) Sujets sains : le tableau 8 donne les moyennes obtenues pour chaque tranche d'âge, chez les hommes et les femmes, dans une population de 55 sujets : les résultats sont exprimés en ml/kg/mn.

Ils donnent la consommation maximale d'oxygène obtenue en mesure directe au cours d'une épreuve maximale.

2. Relation $\dot{V}O_2 = f(W)$

a) Nous avons, dans un premier temps, exprimé la consommation d'oxygène globale, pour chaque palier intermédiaire, en fonction du travail (exprimé en watts) correspondant à chacun des paliers.

Nous avons obtenu une droite de regression dont la pente est égale à 13,02.

L'ordonnée à l'origine est égale à 574 ml de $\dot{V}O_2$.

La relation linéaire est exprimée par : $r = 0,99$.

La droite est représentée sur le graphique 1.

SUJETS SAINS

Valeurs moyennes de la $\dot{V}O_2$ max. (ml/kg/mn)

(Tableau 8)

AGE	HOMMES	FEMMES
15 à 19	51 $\pm$ 20 %	46 $\pm$ 10 %
20 à 29	48 $\pm$ 10 %	36 $\pm$ 10 %
30 à 39	43 $\pm$ 20 %	34 $\pm$ 15 %
40 à 49	36 $\pm$ 20 %	33 $\pm$ 15 %
50 à 59	34 $\pm$ 15 %	28 $\pm$ 20 %
60 à 65	32 $\pm$ 15 %	24 $\pm$ 20 %

Les résultats exprimés pour chaque palier, sans tenir compte du sexe, sont les suivants :

60 W = 1363	⁺	117
90 W = 1758	⁺	123
120 W = 2141	⁺	145
150 W = 2547	⁺	196
180 W = 2957	⁺	246

Ce qui semble correspondre à une élévation moyenne de 400 ml de $\dot{V}O_2$ par palier de 30 watts.

b) Dans un deuxième temps, nous avons exprimé la consommation d'oxygène rapportée au poids du sujet.

Nous avons obtenu une droite de regression dont la pente est égale à 0,15.

L'ordonnée à l'origine est égale à 10,63 ml/kg/mn de $\dot{V}O_2$.

La relation linéaire est exprimée par : $r = 0,82$.

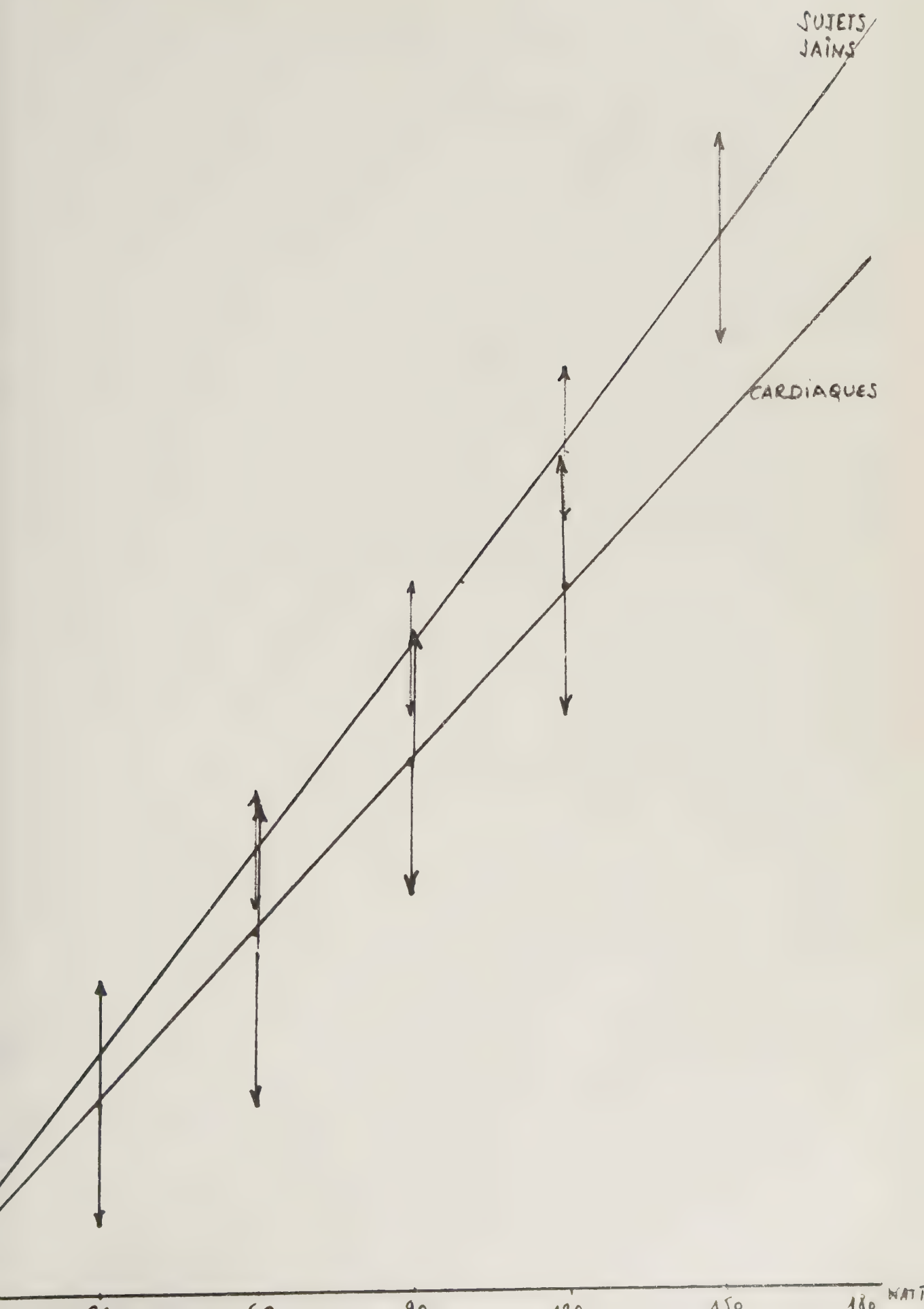
La droite est représentée sur le graphique 2.

Le tableau qui suit donne les valeurs moyennes de la $\dot{V}O_2$ exprimée en ml/kg/mn, en fonction du niveau de travail.

PALIER (WATT)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
30	13,5 ⁺ 7,27
60	19,5 ⁺ 7,04
90	25,1 ⁺ 4,86
120	29,1 ⁺ 5,69
150	34,5 ⁺ 6,52
180	37 ⁺ 4,89

l/minute)

GRAPHIQUE 1





2 (ml/kg/min.)

GRAPHIQUE 2



B) Cardiaques .1) Données hémodynamiques :

Avant d'exposer nos résultats et de les commenter, il nous faut faire un bref rappel des modifications hémodynamiques qui limitent la capacité physique à l'effort, chez les sujets porteurs de cardiopathie non corona-rienne et des conséquences qui en découlent sur le plan fonctionnel.

A) Chez les mitraux : dans la sténose mitrale, l'inadaptation du débit cardiaque est liée à l'inadaptation du volume systolique ; elle entraîne une tachycardie disproportionnée par rapport à la charge.

La consommation d'oxygène croît normalement en fonction de la charge jusqu'à un maximum rapidement atteint où la dyspnée, l'hyperventilation et l'augmentation anormale de la fréquence respiratoire, liées à l'hypertension pulmonaire, obligent le sujet à interrompre son effort.

EXEMPLE :

S. O. Patrice : 17 ans ; RM

PALIER	FC	$\dot{V}O_2$	F. RES.	VENTIL. MN	PAP (mmHg)	DEBIT CARD.	d AV
Repos	82	160	22	30	12	6,8 l	2,4vol%
30	150	1500	45	65	30	20,8 l	7,2vol%

Motif d'arrêt de l'épreuve : dyspnée, fatigue

Ce qui est vrai pour la sténose s'applique également à l'insuffisance mitrale.

B) Chez les aortiques : un sujet atteint de sténose aortique peu serrée à gradient inférieur à 40 mm de mercure possède une aptitude physique en règle normale.

EXEMPLE :

BRO. James : 53 ans ; RA

PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (ml/mn)	PAP (mmHg)	DEBIT CARD.	d AV
Repos	80		350	12	6,8 l	5,1vol%
90	130	15				
120	150	17	1900			
150	162	18	2200	28	14,8 l	11,7vol%

Epuisement, sous décalage rectiligne de ST, de 2 mm, persistant à la 10ème minute de récupération.

Dans la sténose serrée, l'intolérance fonctionnelle peut se manifester par :

- Une dyspnée d'effort liée à l'hypertension pulmonaire
- Une insuffisance coronarienne fonctionnelle
- Une syncope par ischémie cérébrale.

L'inadaptation du débit cardiaque liée à celle du volume systolique, entraîne une tachycardie excessive ; un plafonnement ou une chute de la tension artérielle lors d'un accroissement de charge, doit faire cesser l'épreuve d'effort.

C) Dans les cardiopathies congénitales :

a) Dans la sténose pulmonaire : il n'y a pas de diminution de la capacité de travail pour des sténoses modérées.

Dans les sténoses serrées, la réduction de la capacité de travail est liée à l'impossibilité d'augmentation significative du volume d'éjection systolique, si bien que les résultats de l'épreuve d'effort sont superposables à ceux du rétrécissement aortique et du rétrécissement mitral serré.

b) Dans les shunts gauche-droit : Si les pressions pulmonaires sont normales, la capacité physique de travail est normale.

EXEMPLE :

B. L. Jacky : 20 ans, sténose pulmonaire valvulaire.

PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$	F. RESP.	VM
60	140	14,5	1200	29	
90	150	15	1500	36	44
120	170	15	1820	45	58
150	195	17	2200	48	75

Arrêt dû à la tachycardie excessive ; bonne tolérance à l'effort.

S'il existe une hypertension pulmonaire, l'on retrouve la dyspnée rapidement croissante et l'augmentation excessive de la fréquence respiratoire.

E) Dans les cardiomyopathies :

a) Obstrucitives : la CMO réalise un obstacle à l'éjection du ventricule gauche, entraînant une baisse du volume d'éjection systolique et donc une diminution du débit cardiaque ; il s'établit un gradient de pression systolique intraventriculaire, à l'origine d'une augmentation de la pression télédiastolique ventriculaire gauche.

Les signes fonctionnels retrouvés sont la dyspnée d'effort, l'angor d'effort, d'origine fonctionnelle, les syncopes d'effort, les palpitations.

b) Non obstructives : la CMNO se caractérise par un défaut de distensibilité ventriculaire et par des modifications de l'élasticité et de la contractilité du myocarde (BESSE et BRICAUD 1972).

D'où : augmentation de la pression télédiastolique ventriculaire gauche et abaissement du débit cardiaque qui entraîne une asthénie, une dyspnée d'effort et de décubitus et, à un stade de plus, des signes d'insuffisance coronarienne fonctionnelle.

2) RESULTATS ;

a) $\dot{V}O_2$ SL en fonction des paliers (tableau 9)

b) Relation $\dot{V}O_2 = f$ (Watt)

1. Afin d'obtenir des résultats fiables sur un nombre important de sujets, nous avons mélangé les différentes valeurs de la $\dot{V}O_2$, sans tenir compte du sexe ni de la cardiopathie.

Comme chez les sujets sains, nous avons pris dans un premier temps la consommation d'oxygène globale, exprimée en ml/mn et nous avons recherché la droite de régression qui la relie au travail exprimé en watts.

Cette droite a pour pente 10,88.

La relation linéaire est donnée par $r = 0,92$.

Nous reportons cette droite sur le graphique 1. Le calcul montre que les deux droites sont différentes.

Le tableau suivant donne les valeurs moyennes de la $\dot{V}O_2$ globale en fonction des paliers intermédiaires chez les cardiaques.

	30 Watts		60 Watts		75 Watts		90 Watts		120 Watts		150 Watts		180 Watts		200 Watts	
	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
MITRAUX	18	14	23	25	23	24	23	23	28	31						
	8			20							24					
MITRO		13	26	10	12	19			28	24						
		16	22	33			31	22		38	36					
AORTIQUES																
				14			17	25	27	31	31				44	
CARDIOPATHIES							18		33	41						
										35						
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																
CONGENITALES																
PATHIES																
MYOCARDIO-																
AORTIQUES																

PALIER (WATT)	$\dot{V}O_2$ /l/mn
30	859 $\pm$ 238
60	1150 $\pm$ 293
90	1523 $\pm$ 270
120	1875 $\pm$ 255

2. Si l'on reporte dans un deuxième temps, sur le graphique 2, la droite de regression qui relie la $\dot{V}O_2$ exprimée en ml/kg/mn, en fonction du travail, la relation linéaire est donnée par $r = 0,81$, la pente est égale à 0,165. L'ordonnée à l'origine = 9,18 ml/kg/mn.

Le calcul montre que la droite des sujets sains et celle des cardiaques sont confondues, ce qui veut dire que la relation $\dot{V}O_2$ -Watt est également vraie chez les cardiaques. (graphique 2).

Le tableau qui suit donne les valeurs moyennes de la $\dot{V}O_2$ chez les cardiaques en fonction des paliers de travail.

CARDIAQUES	
PALIER (WATT)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
30	14,09 $\pm$ 4,14
60	18 $\pm$ 7,14
90	23,9 $\pm$ 6,34
120	28,7 $\pm$ 4,5
150	32,5 $\pm$ 5,06

CARDIOPATHIES : CONGENITALES :		MITRAUX :		AORTIQUES :		MITRO AORTIQUES :		MYOCARDIO- PATHIES :	
1 :	41%	1 :	46%	1 :	20%	1 :	40%	1 :	28%
2 :	24%	2 :	31%	2 :	9%	2 :	29%	2 :	26
3 :	14%	3 :	23%	3 :	31%	3 :	25%	3 :	47%
4 :	33%	4 :	40%	4 :	59%	4 :	12%	4 :	39%
5 :	16%	5 :	31%	5 :	19%	5 :	51%	5 :	14%
6 :	31%	6 :	47%	6 :	25%	6 :	9%	6 :	42%
7 :	19%	7 :	33%	7 :	14%	7 :	34%	7 :	50%
8 :	15%	8 :	34%	8 :	53%	8 :	49%	8 :	37%
9 :	17%	9 :	34%	9 :	3%	9 :	34%	9 :	15%
10 :	12%	10 :	45%	10 :	9%	10 :		10 :	30%
11 :	30%	11 :	65%	11 :	27%	11 :		11 :	33%
12 :	49%	12 :	27%	12 :	47%	12 :		12 :	68%
13 :		13 :	46%	13 :	41%	13 :		13 :	56%
14 :		14 :	33%	14 :	38%	14 :		14 :	63
15 :		15 :	72%	15 :	44%	15 :		15 :	46%
16 :		16 :	25%	16 :		16 :		16 :	
17 :		17 :	65%	17 :		17 :		17 :	
18 :		18 :	65%	18 :		18 :		18 :	
19 :		19 :	N	19 :		19 :		19 :	
20 :		20 :	46%	20 :		20 :		20 :	
21 :		21 :	17%	21 :		21 :		21 :	

m= 25,8 + 11,0

m = 39,5 + 17%

m= 29,2 + 16,6%

m= 31,4 + 13,7%

m= 39,6 + 15,3%

Tableau 10

des sujets en rythme sinusal/travail

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
AORTIQUES	FC: 195	170	170	190	170	170	180	110	125	152	100	140	150	100	160						
	W: 150	200	90	90	150	120	150	100	120	150	90	80	60	90	60						
MITRAUX	FC: 1				175		140		170	160	175	160	135		150	150	150	170			150
	W:				150		90		150	125	75	90	40		30	75	60	75			75
AORTIQUES	FC: 170	190	185	170	150	120	180														
	W: 90	60	180	150	100	90	50														
CARDIO- GENITALES	FC: 125	150	185	200	190	165	195	180	180	160	160	155									
	W: 75	120	90	90	90	75	150	180	175	150	75	90									
MYOCARDIO- PATHIES	FC: 145	145	170	150		170	140	170	150	145	120	125		200	90						
	W: 90	90	90	90		90	75	90	120	120	120	30		50	60						

Tableau 11

c) Relation $\dot{V}O_2$ des sujets cardiaques par rapport à la $\dot{V}O_2$ des sujets sains (tableau 10)

Les valeurs de $\dot{V}O_2$ SL chez les sujets cardiaques ont permis de calculer le pourcentage d'amputation de la $\dot{V}O_2$ par rapport aux valeurs déterminées chez les sujets sains.

<u>Mitraux</u>	39,2	$\pm$	17 %
<u>Aortiques</u>	29,2	$\pm$	16,6 %
<u>Mitro-aortiques</u>	31,4	$\pm$	13,7 %
<u>Cardiopathies congénitales</u>	25,8	$\pm$	11 %
<u>Myocardiopathies</u>	39,6	$\pm$	15,3 %

Le pourcentage d'amputation le plus élevé concerne les sujets atteints de myocardiopathie et les mitraux.

Ceci semble corroborer les données de l'interrogatoire qui ont fait classer la majorité des mitraux et des sujets atteints de myocardiopathie au stade III de la classification de NYHA.

La figure 1 montre la répartition des sujets selon le pourcentage d'amputation de leur $\dot{V}O_2$ et selon les stades de la classification de NYHA.

d) Relation $\dot{V}O_2 = f(FC)$ (Tableau 11)

Nous avons noté la fréquence cardiaque maximale au moment du recueil de la $\dot{V}O_2$, chez tous les sujets en rythme sinusal.

Ces 59 valeurs n'ont pas permis de mettre en évidence une relation linéaire entre les deux paramètres, pour toutes les valeurs considérées globalement ou en notant séparément la fréquence cardiaque des femmes et celle des hommes.

Il n'est donc pas possible de calculer la $\dot{V}O_2$ de façon indirecte en se fondant sur l'étude de la fréquence cardiaque, chez les sujets porteurs de cardiopathie, à la différence des sujets sains.

e) Relation VO₂ et classification de NYHA

Les valeurs de la consommation d'oxygène ont été réparties sur quatre colonnes selon les stades de la classification de NYHA : (Figure 2). Les valeurs extrêmes sont les suivantes :

- Stade I	: Hommes : de 27 à 44 ml/kg/mn
	: Femmes : néant
- Stade II	: Hommes : de 12 à 39 ml/kg/mn
	: Femmes : de 20 à 39 ml/kg/mn
- Stade III	: Hommes : de 11 à 28 ml/kg/mn
	: Femmes : de 9 à 31 ml/kg/mn
- Stade IV	: Hommes : 17 ml/kg/mn
	: Femmes : de 8 à 13 ml/kg/mn

. Les sujets qui figurent au stade I de la classification de NYHA ont une activité professionnelle libre : l'amputation de leur $\dot{V}O_2$ est de 25 % en moyenne.

. Les sujets du stade II ont une amputation de la $\dot{V}O_2$ d'environ 30 %. Les valeurs moyennes de leur capacité aérobie sont les suivantes (exprimées en ml/kg/mn).

AGE	HOMMES	FEMMES
15 à 19	35,7	32,2
20 à 29	33,6	25,2
30 à 39	30,1	23,8
40 à 49	25,2	23,1
50 à 59	22,8	19,6
60 à 65	22,4	16,8

Ces sujets exercent une activité professionnelle normale, quel que soit leur poste de travail.

Pourcentages d'amputation de la VO₂ selon le stade dans la classification de NYHA

Figure 1

Légende :

- + Mitraux
- x Mitro-aortiques
- Aortiques
- ° Cardiopathies congénitales
- . Myocardopathies

° d'amputation de la VO₂

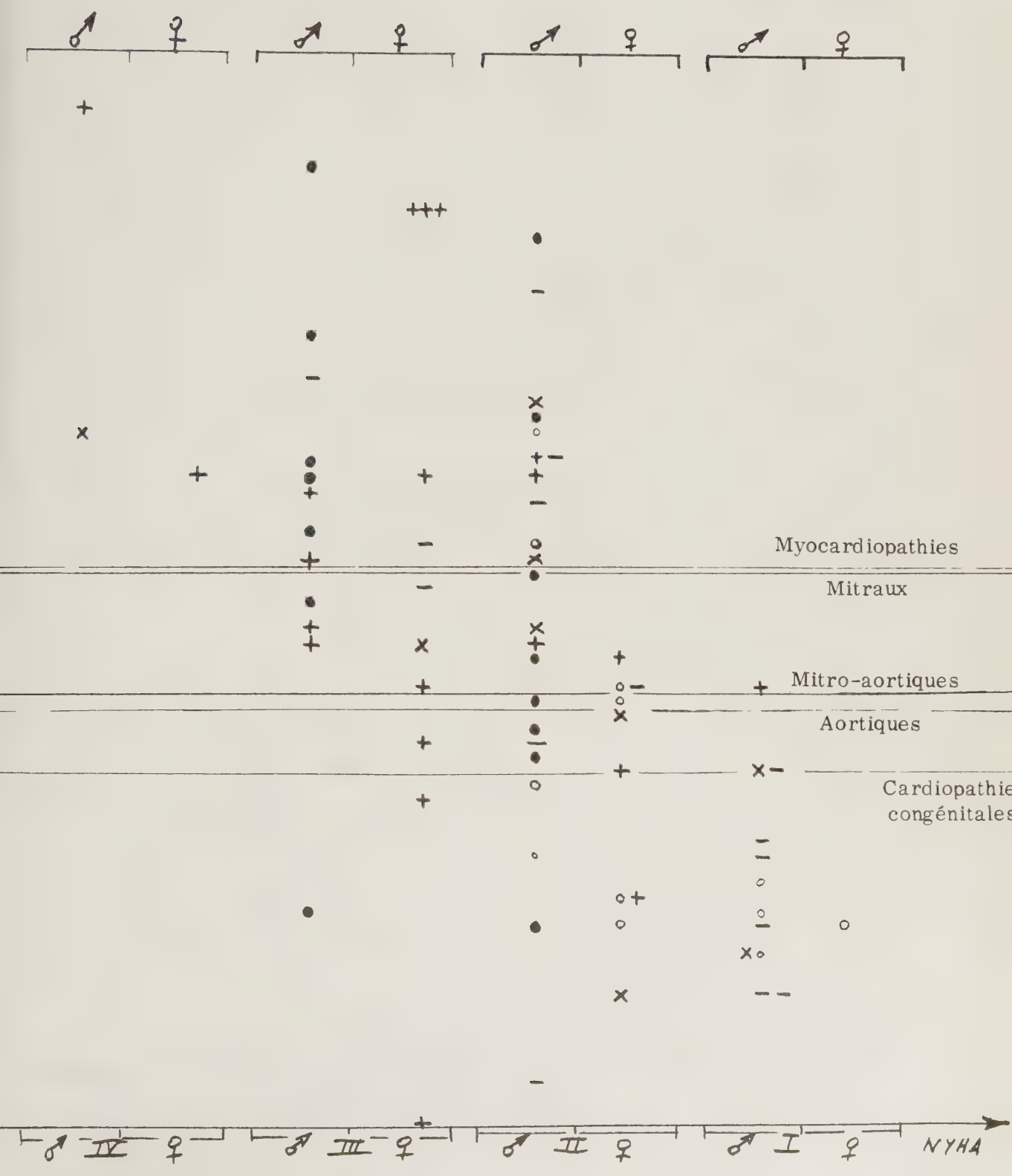


Figure 2

- + MITRAUX
- AORTIQUES
- x MITRO-
AORTIQUES
- o CARDIOPATHIES
CONGENITALES
- CARDIOMYO-
-PATHIES

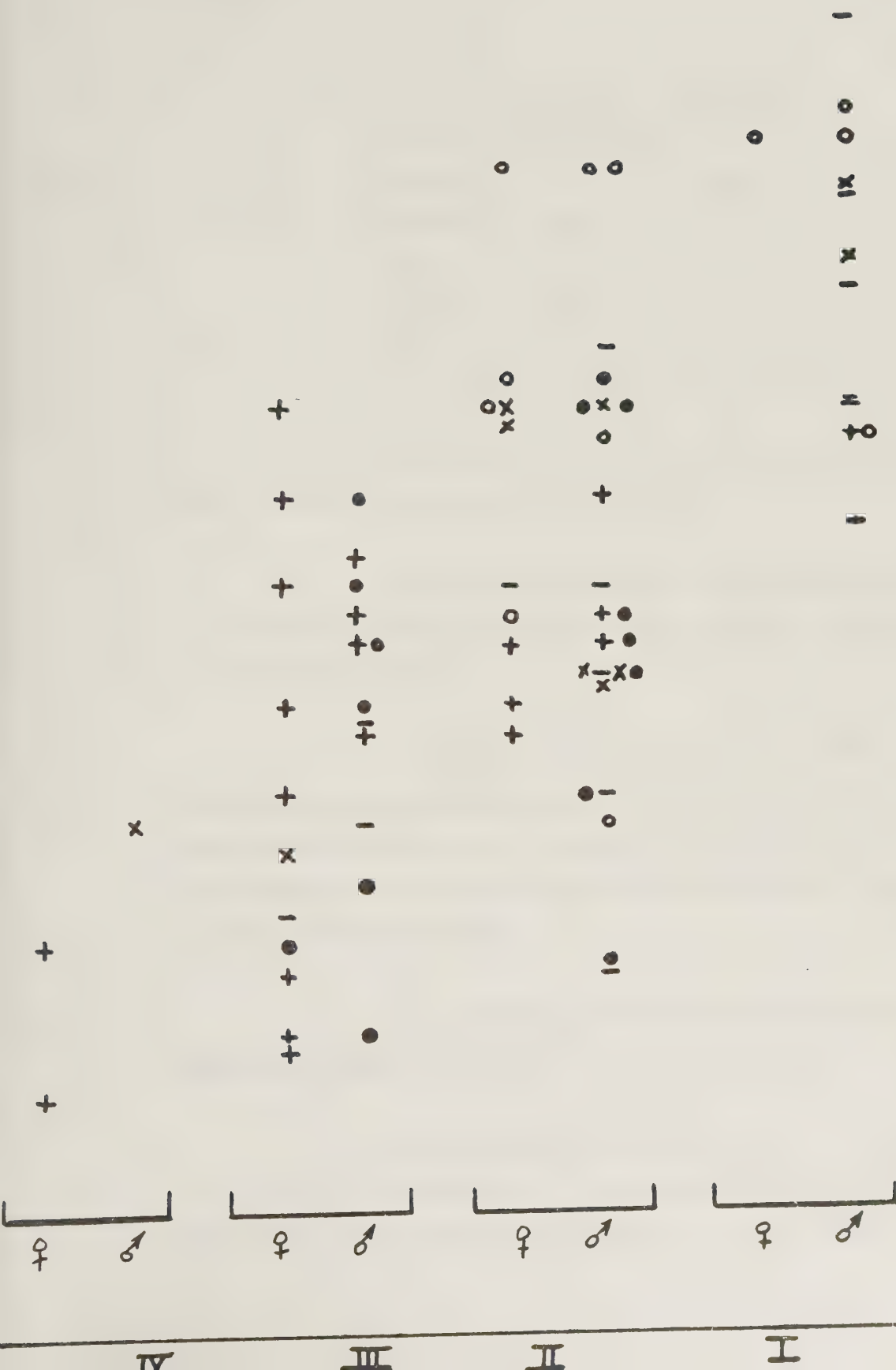


Figure 1

The diagrams illustrate the stages of mitosis:

- a**: Prophase, showing a cell with a prominent nucleus and nucleolus.
- b**: Metaphase, showing chromosomes aligned at the equatorial plate.
- c**: Anaphase, showing sister chromatids separating and moving toward opposite poles.
- d**: Telophase and cytokinesis, showing two new nuclei forming and the cell membrane pinching to divide the cell.

•

 α

22 93

12. 12. 2

55..

• 2010

100

10

46

2

2007年12月27日 星期四

1955

1. $f(x) = x^2 - 2x + 1$ 2. $f(x) = x^2 - 4x + 4$ 3. $f(x) = x^2 - 6x + 9$

1. 研究の目的と意義を述べ、その重要性を強調する。

$$V_{\mathbf{A}} \circ z_{\mathbf{A}}^{\otimes 2}$$

. Parmi les sujets qui sont au stade III de la classification, 70 % sont en arrêt de travail.

Les valeurs moyennes de leur capacité aérobie sont les suivantes :

AGE	HOMMES	FEMMES
20 à 29		26,5
30 à 39	25,5	
40 à 49	21	17
50 à 59	18	
60 à 65	13,5	

Ces valeurs ont permis de définir trois groupes de sujets, en fonction de leur aptitude au travail.

- Le groupe I rassemble les sujets qui ont une $\dot{V}O_2$ supérieure à 25 ml/kg/mn : ces sujets sont pratiquement tous aptes à réaliser un travail sans limitation.

- Le groupe II rassemble les sujets qui ont une $\dot{V}O_2$ comprise entre 17 et 25 ml d'oxygène kg/mn et qui sont capables d'avoir une activité professionnelle normale dans 50 % des cas ; dans les autres cas, la décision de la poursuite ou de l'arrêt de l'activité professionnelle est fonction de l'âge du sujet et du poste de travail.

- Le groupe III rassemble des sujets qui ont une $\dot{V}O_2$ inférieure à 17 ml/kg/mn : ces sujets sont inaptes au travail.

Ces résultats sont à comparer à ceux de PATTERSON et Coll. (1972) qui ont déterminé la $\dot{V}O_2$ de 43 sujets porteurs de cardiopathie, après une épreuve d'effort sur tapis roulant ; les sujets classés au stade I de

la classification de NYHA ont une $\dot{V}O_2$ supérieure ou égale à 23 ml/kg/mn ; ils ont une activité physique normale.

Les sujets au stade II ont une $\dot{V}O_2$ comprise entre 16 et 22 ml/kg/mn : leur activité physique est fonction de l'âge et du palier réalisé à l'effort.

Au stade III l'on trouve les sujets qui ont une $\dot{V}O_2$ comprise entre 10 et 16 ml/kg/mn, ces sujets sont au repos, de même que les sujets du stade IV qui ont une $\dot{V}O_2$ inférieure à 10 ml/kg/mn.

f) Tableaux synoptiques exprimant pour chaque type de cardiopathie les différents paramètres enregistrés à l'effort :

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn	AU REPOS	NYHA	A L'EFFORT	VO2 SL Globale: ml/kg/mn	VO2 SL ml/kg/mn
					FC : TA :		FC : TA : PALIER:		
20	1 : DV.J	27	H	MM	Aryth : 13	IID:	170 :	125/5 : 2200	28
à	2 : FO.M	24	F	RM	FA : 12	IIID:	170 : 14 :	75 : 1200	25
29	3 : BE.A	29	F	RM	50 : 14	IIIC:	170 : 18 :	120 : 1800	28
30	4 : SU.R	34	H	MM	aryth compl : 11	IIID:	170 :	60 : 1300	26
à	5 : LE.C	35	H	MM	92 : 16	IC :	175 : 21 :	150 : 2100	30
39	6 : HE.P	36	H	RM	TA : 12	IIC:	19 :	70 : 1200	23
	7 : TE.H	38	F	RM	66 :	IIB:	140 :	90 : 1400	23
	8 : AI.G	40	H	IM	75 :	IIB:	170 : 19 :	150 : 2100	24
40	9 : FL.G	42	H	RM	aryth : 14	IIID:	170 :	100 : 1750	24
à	10 : BL/M	46	H	IM	90 : 14	IIIC:	160 : 17 :	125 : 1250	20
	11 : WA.I	40	F	MM	90 : 13	IIIB:	175 : 18 :	75 : 950	12
49	12 : PR.C	40	F	RM	68 : 12	IIIC:	160 : 16 :	90 : 1200	21
	13 : BR.O	44	F	RM	100 : 14	IIID:	135 : 17 :	40 : 1100	18
50	14 : DE.C	50	H	RM	78 : 13	IIID:	T.A. : T. :	100 : 1800	23
à	15 : HE.S	51	F	RM	60 : 13	IVD :	150 :	30 : 500	7,8
59									

Tableau 12

MITRAUX

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn	AU REPOS	NYHA	A L'EFFORT	VO2 SL : Globale	VO2 SL : ml/kg/mn
					TA : FC :		PALIER :		
50	16:GL.F	55	F	MM	14 : 84	IIB :	150 : 75	1300	21
	17:ST.Y	55	F	MM	15 : 80	IIIC :	150 : 50	650	10
à	18:LE.F	55	F	MM	15 : 76	IIID :	170 : 75	800	9,4
59	19:JA.M	56	F	RM	aryth	IIID :	T.A. : 150	1800	32
60	20:PH.S	63	F	MM	12 : TA	IVE :	15 : T.A. : 40	850	13
à	21:PE.G	69	F	RM	12 : 100	IIC :	16 : 150 : 75	1200	20
70									

Suite du tableau 12

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn	AU REPOS	NYHA	A L'EFFORT			VO2 SL GLOBALE	VO2 SL ml/kg/mn
					FC	TA	FC	TA	PALIER		
Moins de 20	1 SO.P		H	IA, RM	84	12	170		90	1500	31
	2 BO.H	14	F	RA, IA			190	13	60	1300	33
				RM							
20 à 29	3 GA.B		H	IM, IA	76	12	185	20	180	2200	36
30	4 VA.C		H	MM, IA	ARYTH	12	170	17	150	2500	38
à	5 DE.J			RM, MA	90	13	150		100	1500	22
39	6 G.A.		F	RM, IM	80	13	120		90	1700	31
40	7 MA.R		H	IM, IA	gryth compl	12	180	18	50	1300	22
à 49	8 GA.R		H	IM, IA	gryth compl	12	T.A.R	16	60	1500	17
60 à 70	9 AD.A		F	IM, MA					30	1000	16

Tableau 13

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn	AU REPOS	NYHA	A L'EFFORT	VO2 SL : Globale	VO2 SL : ml/kg/mn
Moins de 20	1 : DH.JL	17	H	IA	14 : 76	IA	TA : FC : PALIER : 19,5 : 195 : 150	2100	38
20 à 29	2 : DU.T	23	H	RA	13 : 84	IA	15,5 : 170 : 200	3100	44
	3 : DE.AM	29	F	RA		IIC	12,5 : 170 : 90	1100	25
30 à 39	4 : CR.T	30	H	IA	16 : 80	IID	23,5 : 190 : 90	1500	22
	5 : LE.P	33	H	IA	12 : 84	IC	14 : 170 : 150	2400	35
40 à 49	6 : FL.C	43	H	RA		IA	17 : 170 : 120	1800	27
	7 : DE.G	46	H	RA	16,5 : 82	IB	19 : 180 : 150	2000	31
	8 : V.P	47	H	RA	13 : 77	IID	17 : 110 : 100	1100	17
50 à 59	9 : S.E	50	H	IA		IIC	20 : 125 : 120	2050	33
	10 : BR.J	53	H	RA	13 : 80	IB	18 : 152 : 150	2000	31
	11 : HE.M	54	H	RA	14 : 80	IID	18 : 100 : 90	1700	25
60 à 69	12 : BO.L	66	H	RA	16 : 72	IID	18 : 140 : 60	900	13
	13 : FA.Z	61	F	RA	14 : 78	IID	17 : 150 : 60	1050	14
	14 : C.A	66	F	RA	13 : 70	IIC	18 : 100 : 80	1100	20
70 et plus	15 : AL.A	76	H	RA	11,5 : 70	IC	12,5 : 160 : 50	900	18

Tableau 14

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn.	AU REPOS	NYHA	A L'EFFORT			VO2 SL GLOBALE	VO2 SL
					FC	TA	FC	TA	PALIER		
							125	15	75	1600	30
	1 DE.D	16	H	CIA	80	14	150		120	2200	39
Moins	2 B.D.	18	H	CIA	88	11	185	15	90	1600	40
	3 KO.S	13	F	Congal apte	84	12	200	17	90	1550	31
de	4 FO.F	17	F	CIA	88	14	190	19	90	1800	39
20	5 CA.S	18	F	CIA+steno	70	13	155		75	1600	32
	6 HO.C	18	F	CIV	80	10	195	17	150	2200	39
20	7 BL.T	20	H	steno pulmo valv	72	14	180	18	180	2400	41
à	8 RI.A	24	H	CIA	68	13	180		175	2800	40
29	9 VI.Y	23	H	CIA	80	15	160	20	150	1750	30
30	10 LE.N	38	H	steno pulmo valv	80	13					
à											
39	11 LA.J	34	F	CIA osti	80	13	160	16	75	1300	24
10 à 49	12 BA.S	47	H	steno pulmo	60	13	155	13	100	1500	17
				I.cor							

Tableau 15

Tranches d'âge	Nom	Age	Sexe	Diagn	AU REPOS	HYHA	A L'EFFORT	VO2 SL GLOBALE	VO2 SL ml/kg/min			
					FC	TA	PALIER					
30												
à	1 : D.J.S	34	H	MCO	80	13	11C	145	16	90	2000	31
39												
	2 : D.F.	36	H	MCP éthyl	105	9	11C	145	13,5	90	1900	32
	3 : P.E.J	38	H	MCP à forte dose	80	13	11ID	170	18	90	1600	25
40												
à	4 : M.A.J	41	H	MCP éthyl	72	12	11C	150	18	90	1400	22
	5 : D.E	42	H	MCP éthyl	75		11D		16	90	2100	31
	6 : L.U.M	43	H	MCP éthyl			11ID	170	16	90	1250	21
49												
	7 : S.C.A	47	H	MCP éthyl	84		11C	140	15	75	1150	18
	8 : P.A.J	48	H	MCO			11C	170	18	90	1300	23
	9 : J.O.J	50	H	MCP	Aryth		11ID	150	19	120	2300	28
50												
	10 : T.N.M	53	H	MCP éthyl	90	12	11B	145	22	120	1700	24
à	11 : F.L.R	54	H	MCP	80	15	11C	120	23	120	1700	23
	12 : G.V.R	59	H	MCO	110		11D	125		30	900	11
59												
	13 : B.O.P	59	H	MCP			11ID		18	90	1050	15
60												
à	14 : M.L.	60	H	MCP	Aryth		11D	100		60	800	12
70												
	15 : P.O.J	65	F	MCP à forte dose			11ID	90	19	60	900	13

Tableau 16

MITRAUX		AORTIQUES		MITRO AORTIQUES		CARDIOPATHIES CONCENTIALES		MYOCARDIOPATHIES	
1	Tachycardie	1	Dyspnée	1	Dyspnée	1	Dyspnée	1	Dyspnée
2	Dyspnée	2	Dyspnée	2	Dyspnée	2	Dyspnée	2	Dyspnée
3	Fatigue générale	3	Dyspnée + fatigue	3	Dyspnée + fatigue	3	Dyspnée + fatigue	3	Dyspnée + fatigue
4	Dyspnée	4	Dyspnée	4	Dyspnée	4	Dyspnée	4	Dyspnée
5	Dyspnée + fatigue	5	Dyspnée + fatigue	5	Dyspnée + fatigue	5	Dyspnée + fatigue	5	Dyspnée + fatigue
6	Dyspnée + fatigue	6	Dyspnée + fatigue	6	Dyspnée + fatigue	6	Dyspnée + fatigue	6	Dyspnée + fatigue
7	Fatigue générale	7	Tachycardie	7	Tachycardie	7	Tachycardie	7	Tachycardie
8	Dyspnée	8	Douleur angineuse + sous-décalage de ST	8	Tachycardie	8	Tachycardie	8	Tachycardie
9	Fatigue générale	9	Dyspnée	9	Dyspnée	9	Dyspnée	9	Dyspnée
10	Dyspnée	10	Dyspnée + tachycardie	10	Tachycardie	10	Tachycardie D modérée	10	Angor + sous-décalage de ST en V5-V6
11	Tachycardie	11	douleur au niveau du foyer de fracture	11	Dyspnée	11	Fatigue générale	11	Dyspnée
12	Dyspnée	12	Dyspnée	12	Fatigue ds les jambes	12	Dyspnée	12	Dyspnée
13	Dyspnée modérée	13	Dyspnée	13	Dyspnée	13	Dyspnée	13	Dyspnée
14	Dyspnée	14	Tachycardie-Dyspnée	14	Dyspnée	14	Dyspnée très impor.	14	Sous-décalage de ST D
15	Dyspnée-Palpitations	15	Tachycardie-crampes	15	D fatigue jambes	15	Dyspnée + fatigue	15	Dyspnée + fatigue
16	Dyspnée	16	Dyspnée-épuisement	16	Dyspnée	16	Dyspnée	16	Dyspnée
17	Dyspnée	17	Dyspnée	17	Dyspnée	17	Dyspnée	17	Dyspnée
18	Dyspnée	18	Dyspnée	18	Dyspnée	18	Dyspnée	18	Dyspnée
19	Dyspnée	19	Dyspnée	19	Dyspnée	19	Dyspnée	19	Dyspnée
20	Dyspnée	20	Dyspnée	20	Dyspnée	20	Dyspnée	20	Dyspnée
21	Dyspnée	21	Dyspnée	21	Dyspnée	21	Dyspnée	21	Dyspnée
22	Dyspnée	22	Dyspnée	22	Dyspnée	22	Dyspnée	22	Dyspnée
23	Dyspnée	23	Dyspnée	23	Dyspnée	23	Dyspnée	23	Dyspnée
24	Dyspnée	24	Dyspnée	24	Dyspnée	24	Dyspnée	24	Dyspnée
25	Dyspnée	25	Dyspnée	25	Dyspnée	25	Dyspnée	25	Dyspnée
26	Dyspnée	26	Dyspnée	26	Dyspnée	26	Dyspnée	26	Dyspnée
27	Dyspnée	27	Dyspnée	27	Dyspnée	27	Dyspnée	27	Dyspnée
28	Dyspnée	28	Dyspnée	28	Dyspnée	28	Dyspnée	28	Dyspnée
29	Dyspnée	29	Dyspnée	29	Dyspnée	29	Dyspnée	29	Dyspnée
30	Dyspnée	30	Dyspnée	30	Dyspnée	30	Dyspnée	30	Dyspnée
31	Dyspnée	31	Dyspnée	31	Dyspnée	31	Dyspnée	31	Dyspnée
32	Dyspnée	32	Dyspnée	32	Dyspnée	32	Dyspnée	32	Dyspnée
33	Dyspnée	33	Dyspnée	33	Dyspnée	33	Dyspnée	33	Dyspnée
34	Dyspnée	34	Dyspnée	34	Dyspnée	34	Dyspnée	34	Dyspnée
35	Dyspnée	35	Dyspnée	35	Dyspnée	35	Dyspnée	35	Dyspnée
36	Dyspnée	36	Dyspnée	36	Dyspnée	36	Dyspnée	36	Dyspnée
37	Dyspnée	37	Dyspnée	37	Dyspnée	37	Dyspnée	37	Dyspnée
38	Dyspnée	38	Dyspnée	38	Dyspnée	38	Dyspnée	38	Dyspnée
39	Dyspnée	39	Dyspnée	39	Dyspnée	39	Dyspnée	39	Dyspnée
40	Dyspnée	40	Dyspnée	40	Dyspnée	40	Dyspnée	40	Dyspnée
41	Dyspnée	41	Dyspnée	41	Dyspnée	41	Dyspnée	41	Dyspnée
42	Dyspnée	42	Dyspnée	42	Dyspnée	42	Dyspnée	42	Dyspnée
43	Dyspnée	43	Dyspnée	43	Dyspnée	43	Dyspnée	43	Dyspnée
44	Dyspnée	44	Dyspnée	44	Dyspnée	44	Dyspnée	44	Dyspnée
45	Dyspnée	45	Dyspnée	45	Dyspnée	45	Dyspnée	45	Dyspnée
46	Dyspnée	46	Dyspnée	46	Dyspnée	46	Dyspnée	46	Dyspnée
47	Dyspnée	47	Dyspnée	47	Dyspnée	47	Dyspnée	47	Dyspnée
48	Dyspnée	48	Dyspnée	48	Dyspnée	48	Dyspnée	48	Dyspnée
49	Dyspnée	49	Dyspnée	49	Dyspnée	49	Dyspnée	49	Dyspnée
50	Dyspnée	50	Dyspnée	50	Dyspnée	50	Dyspnée	50	Dyspnée
51	Dyspnée	51	Dyspnée	51	Dyspnée	51	Dyspnée	51	Dyspnée

MOTIFS D'ARRÊT DE L'ÉPREUVE D'EFFORT (suite)

(TRANCHES : d'âge :	MITRAUX	AORTIQUES	MITRO AORTIQUES	CARDIOPATHIES CONCENITALES	MYOCARDIOPATHIES
40	Dyspnée				Dyspnée
à	Dyspnée				8 : Fatigue + Dyspnée
49	Epuisement				
à	Dyspnée	Dyspnée			Dyspnée
50	Fatigue séquelle d'hémiplégie	Epuisement			10 : Fatigue générale
à	Dyspnée majeure	Dyspnée			Dyspnée
59	Fatigue générale				12 : Douleur rétro sternale
à	Dyspnée				Dyspnée
60	Epuisement	Dyspnée fatigue dans les jambes	Epuisement		Dyspnée
à	Fatigue générale	Dyspnée + fatigue			Dyspnée
69	Epuisement				
70 ans et plus		Dyspnée			
-		Baisse de TA			

g) Corrélations hémodynamiques :

a) Relation entre la pression capillaire pulmonaire et la VO₂ chez les mitraux :

Elle s'exprime selon une moitié d'hyperbole si l'on considère en abscisse la consommation d'oxygène en ml/kg/mn (pour la VO₂SL et en ordonnée la pression capillaire pulmonaire, au repos).

m Hg)

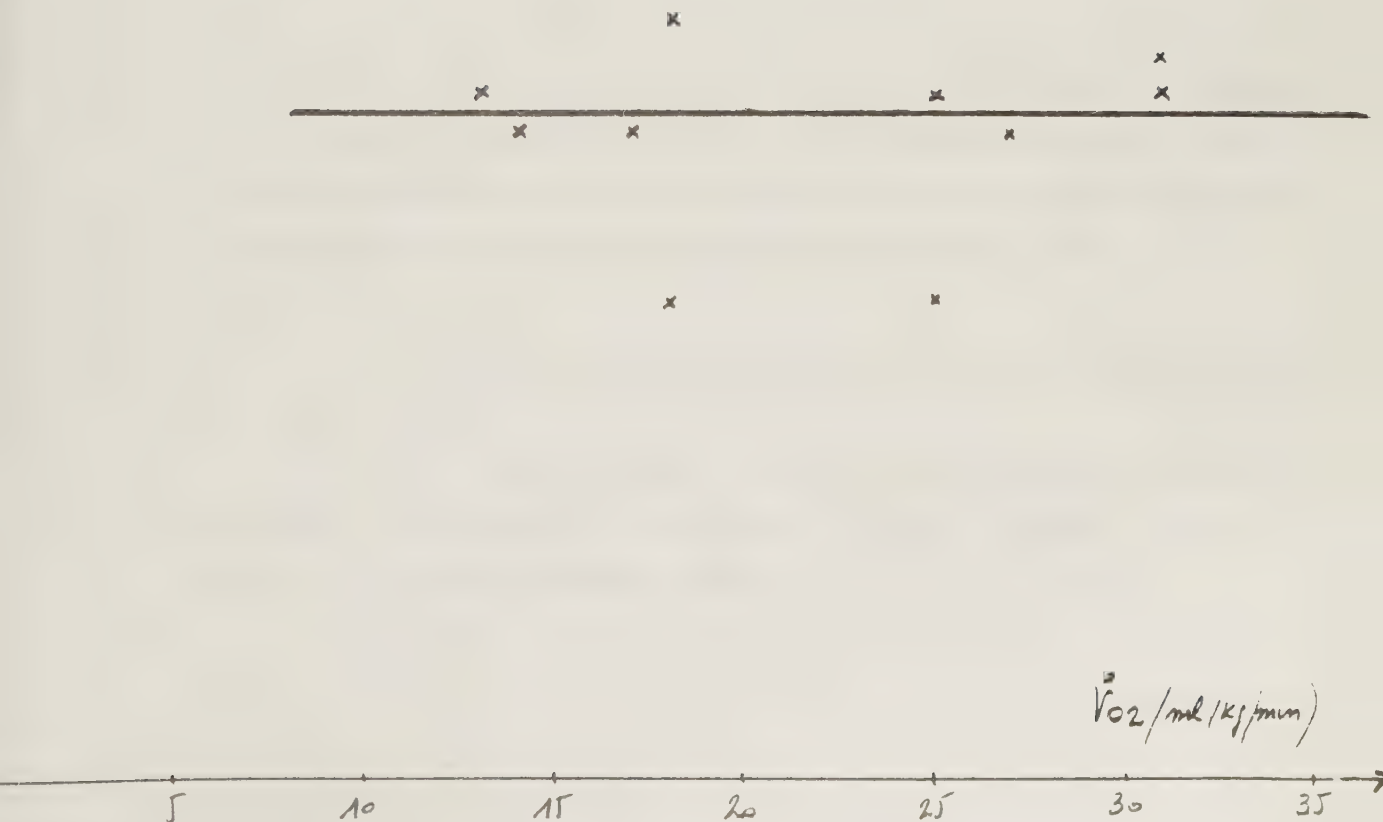


b) Relation entre la pression artérielle et la consommation d'oxygène chez les aortiques :

Il apparait nettement que la pression artérielle exprimée en fonction de la consommation d'oxygène s'inscrit sur une droite parallèle à l'axe des abscisses.

Pour une consommation d'oxygène donnée, quelle que soit sa valeur, la pression artérielle atteint un palier maximal chez les sujets atteints de rétrécissement aortique.

PS ARTÉRIEL
SYSTOLIQUE (mmHg)



6. COMMENTAIRES

A) Sujets sains :

a) Consommation globale d'oxygène, en fonction du travail

Les paliers intermédiaires, répartis régulièrement toutes les trois minutes, avec une progression de 30 watts par niveau de travail, ont permis de noter la consommation d'oxygène au terme de chaque palier et de tracer la droite de regression entre la $\dot{V}O_2$ et le travail.

Le nombre relativement restreint de sujets sains n'a pas permis de tenir compte des caractéristiques de sexe ou de tranches d'âge, car la déviation standard dans chaque groupe aurait été trop importante.

La droite que l'on obtient montre une gradation régulière de la consommation d'oxygène, équivalant à 400 ml d'oxygène par palier de 30 watts.

L'intérêt d'avoir pu définir les caractéristiques numériques de cette droite réside dans la possibilité de déduire directement la consommation d'oxygène au cours d'une épreuve d'effort chez un sujet sain, à partir du niveau de travail, dans un laboratoire équipé d'une bicyclette ergométrique, ne possédant pas de matériel pour la détermination de la $\dot{V}O_2$.

b) Consommation d'oxygène rapportée au poids du sujet

Les valeurs que nous avons recueillies sont très proches des valeurs retrouvées dans la littérature, comme en témoigne le tableau qui suit (K. LANGE ANDERSEN, 1969).

TRANCHES D'AGE	HOMMES VO ₂ en ml/kg/mn	FEMMES VO ₂ en ml/kg/mn
20 à 29	46	36
30 à 39	42	34
40 à 49	39	33
50 à 59	36	29
60 à 69	32	25
70 à 79	27	19

B) Sujets cardiaques :

a) Consommation globale d'oxygène en fonction du travail

Il existe une relation linéaire entre la consommation d'oxygène et le travail. La droite de regression est différente de la droite obtenue chez les sujets sains.

Cette différence peut s'expliquer par la différence numérique des deux populations étudiées : 55 sujets sains pour 72 sujets cardiaques.

b) Consommation d'oxygène rapportée au poids du sujet

En revanche, la droite exprimant la consommation d'oxygène en ml/kg/mn, en fonction du travail, chez les sujets sains, est confondue avec celle des cardiaques.

La détermination de la VO₂ à partir du niveau de travail peut donc se faire directement, à partir de la même droite, chez les sujets sains comme chez les cardiaques.

c) Relation entre le travail, la consommation d'oxygène et la dépense énergétique :

Le palier le plus élevé atteint au cours de l'épreuve d'effort permet de définir le niveau de consommation d'oxygène que le sujet ne saurait dépasser dans le cadre de ses activités quotidiennes.

Le diagramme qui suit donne une idée de la transformation énergétique de l'oxygène consommé (figure 3).

La détermination de la capacité aérobie permet donc de prévoir :

- L'activité de pointe que le sujet ne peut dépasser.
- L'aptitude à un poste de travail si le coût énergétique à ce poste n'est pas supérieur au tiers de la $\dot{V}O_2$ max

d) Pourcentage d'amputation de la $\dot{V}O_2$ SL des cardiaques, par rapport aux sujets sains.

Les mitraux, comme les sujets atteints de myocardiopathie, ont un pourcentage d'amputation de 39 %.

Un tiers des mitraux est appareillé (prothèse mitrale de Starr, de Beall ou de Björck, double prothèse, mitrale et tricuspide). Le pronostic est lié dans ce cas à la bonne tolérance de la prothèse et le pourcentage d'amputation est définitif à distance de l'intervention.

Pour une bonne part des 2/3 restant, le pronostic est lié à la commissurotomie et le pourcentage d'amputation pourra être réduit après l'intervention ; il sera fonction du retentissement en amont de l'obstacle mitral.

Les sujets atteints de myocardiopathie présentent un état d'éthylisme chronique dans six cas. Le sevrage devrait permettre une diminution du taux d'amputation, en jouant sur le retentissement extra-cardiaque de l'intoxication alcoolique.

Dans tous les autres cas, le retentissement de cette amputation est lourd sur le plan professionnel = les 2/3 des sujets sont au repos ou ils ont une activité très modérée.

Les sujets atteints de cardiopathie congénitale ont un pourcentage d'amputation de 25 % environ

Il faut noter que, dans la plupart des cas, la cardiopathie a été dépistée lors d'un examen médical de routine, dans le cadre de la médecine du travail, de la médecine scolaire ou d'une visite d'incorporation et souvent sur des signes sthétacoustiques ; le retentissement fonctionnel est minime, voire inexistant

Il faut noter également que la classification de NYHA considère que ces sujets sont au stade I, pour la plupart, alors qu'en moyenne leur capacité aérobie est amputée du quart des valeurs normales

Les aortiques ont un taux d'amputation de 29 %, trois seulement de ces sujets sont en arrêt de travail ; les autres ont le plus souvent une activité professionnelle normale

Les mitro-aortiques ont un taux d'amputation de 31,4 % ; sur neuf sujets, deux sont en arrêt de travail, trois autres ont une activité modérée, (l'un d'entre eux est porteur de Starr mitrale et aortique).

e) Relation entre la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque conditionne l'arrêt de l'épreuve d'effort, lorsqu'elle atteint la limite fixée par la relation : 220 moins âge du sujet.

Activité équivalente

Dépense d'énergie

Kcal/min

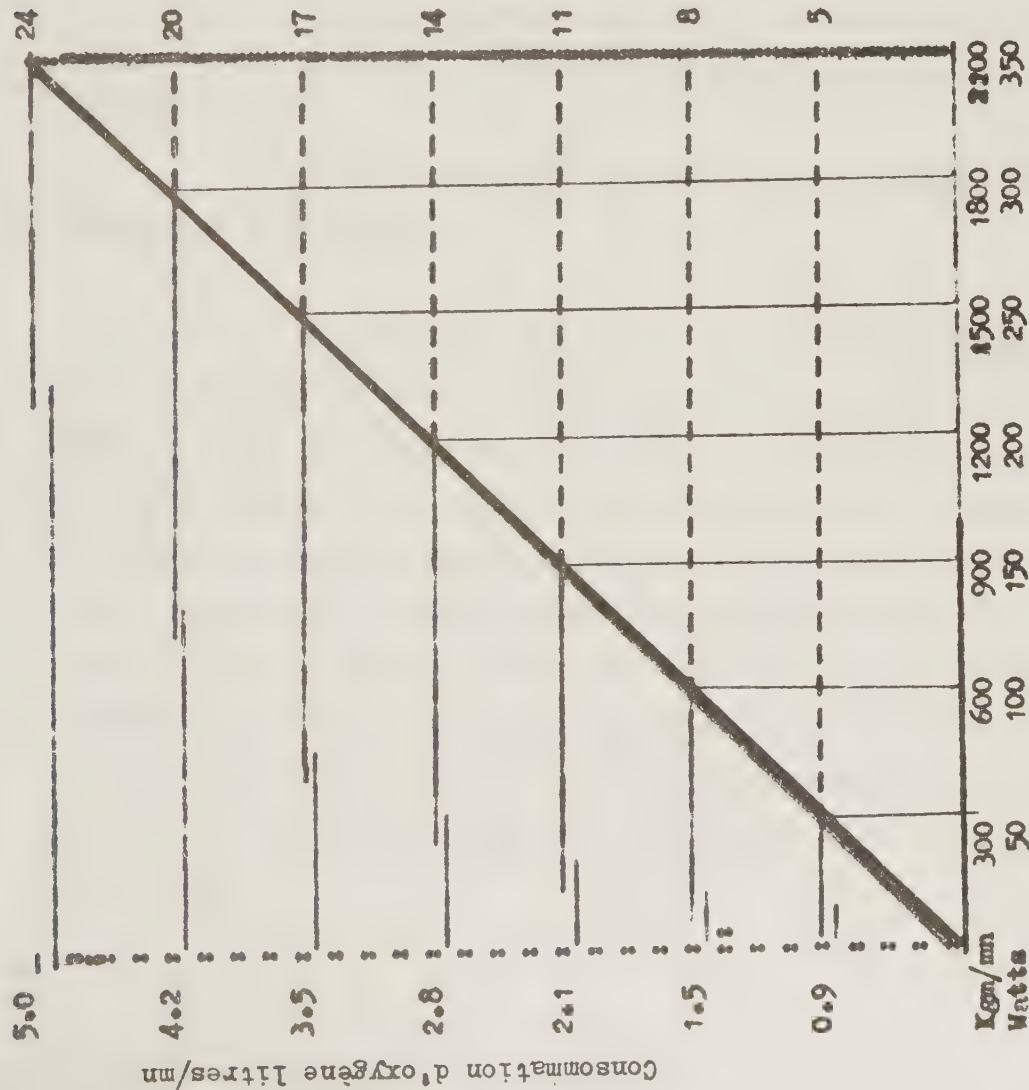


Figure 3

TRAVAIL SUR BICYCLETTE ERGOMETRIQUE ET ACTIVITES PHYSIQUES DE PUISSANCE EQUIVALENTE

(P. O. ASTRAND et K. RODAHL - MANUEL DE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE MUSCULAIRE)

Le calcul montre qu'il n'existe pas de relation linéaire entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène, alors que cette relation linéaire existe chez les sujets sains.

Il faut noter que 44 sujets sur 72 sont soumis à un traitement digitalo-diurétique et anticoagulant. Nous n'avons retenu que les sujets en rythme sinusal soumis ou non au traitement médical (59 sujets) : le calcul a été fait pour l'ensemble des sujets, puis pour chacun des groupes, Hommes et Femmes et enfin pour chaque type de cardiopathie.

Nous n'avons retrouvé de relation linéaire dans aucun cas. Il n'est donc pas possible de calculer la $\dot{V}O_2$ en se référant aux valeurs de la fréquence cardiaque, chez les sujets porteurs de cardiopathie.

f) Relation entre la $\dot{V}O_2$ et la classification de NYHA

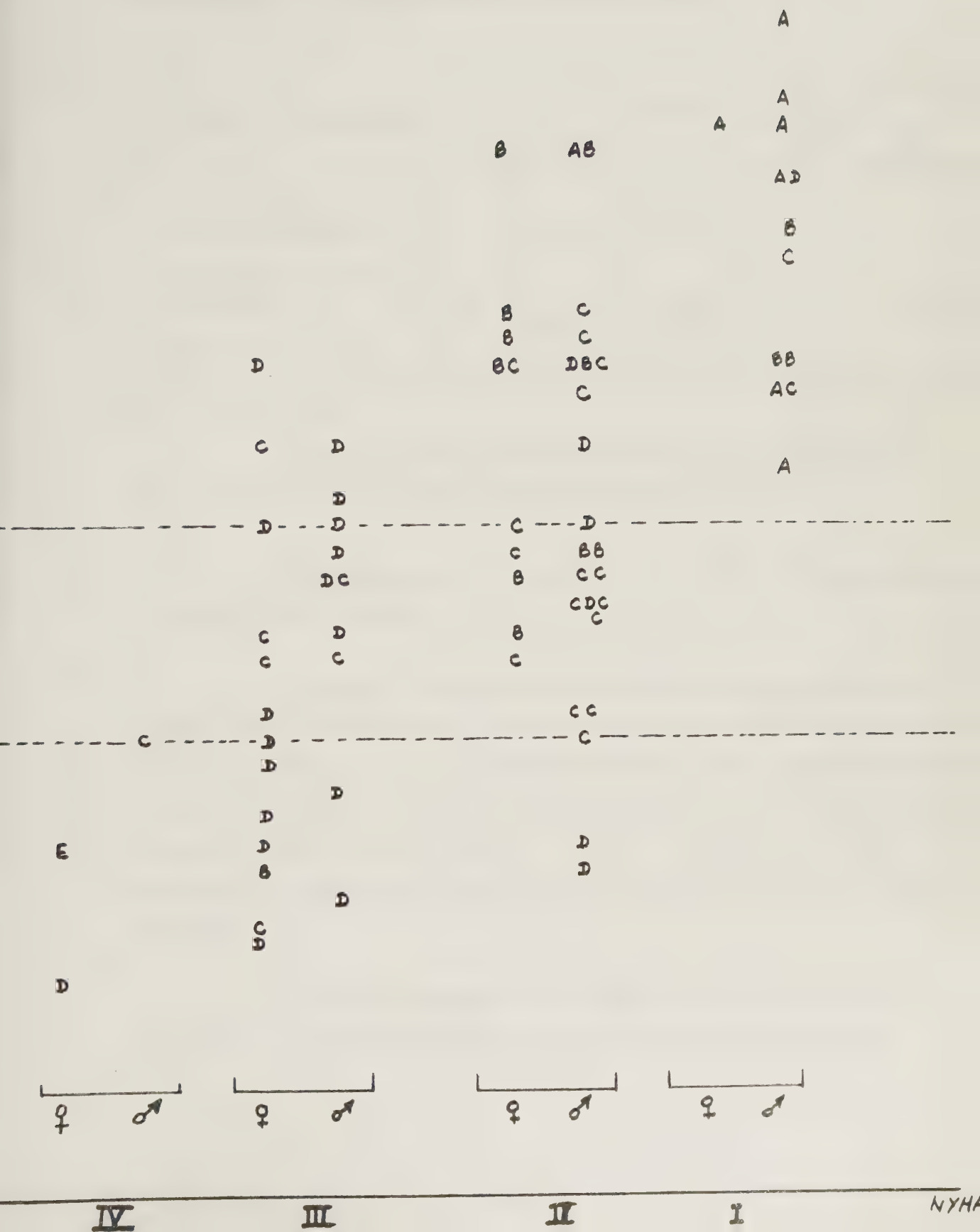
La classification de NYHA se fonde sur la symptomatologie fonctionnelle alléguée et distingue quatre stades, en fonction du niveau d'effort toléré.

La classification thérapeutique qui en découle établit le pronostic de la cardiopathie.

Pour chacun des stades, la lettre D précise que le sujet est incapable d'aucune activité professionnelle ; nous avons donc tenté de définir la limite supérieure de la $\dot{V}O_2$ chez les sujets qui sont en arrêt de travail au moment de l'épreuve d'effort : elle est égale à 17 ml/kg/mn. Entre 17 et 25 ml, la moitié des sujets mène une vie professionnelle normale ; pour l'autre moitié, l'activité professionnelle est fonction de l'âge et du poste de travail. L'activité professionnelle est normale pour les valeurs supérieures à 25 ml. Le diagramme qui suit (figure 4) donne les limites supérieures et inférieures de la $\dot{V}O_2$ à chacun des stades de la classification de NYHA ; les lettres (A à E) expriment les données de la classification thérapeutique.

Figure 4

0.2 SL (ml/kg/minute)



Cinq exemples vont illustrer ce chapitre et montrer quelle distorsion peut exister parfois entre les données de la classification fonctionnelle et celles de l'épreuve d'effort :

EXEMPLE 1 : JA. M, âgée de 56 ans ; poids 58 kg ; RM

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT			
		PALIER	FC	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Dyspnée d'effort à la montée d'un étage Dyspnée de décubitus (2 oreillers) Palpitations à l'effort	III	150 Watt/5'	Tachy- arythmie	1,800	32 ml

Conclusion, à l'issue du bilan para-clinique : RM moyennement serré (PCP = 17,5 mm au repos : 22,5 mm à l'effort) sans I. T. ni I. M.

Cette femme est au traitement digitalo-diurétique et anticoagulant. Elle est en arrêt de travail.

Ce premier exemple est caractéristique de la distorsion qui peut exister entre la classification de NYHA et les données de la $\dot{V}O_2$ après épreuve d'effort : le tableau clinique fait état d'une symptomatologie fonctionnelle riche : le stade correspondant est le stade III dans la classification, la dyspnée d'effort très importante nécessite un arrêt de travail ; or, l'épreuve d'effort est réalisée sans difficulté et la capacité aérobie se situe dans les limites de la normale.

L'arrêt de l'épreuve a été commandé par la tachycardie à 175, alors que les signes fonctionnels étaient peu importants en fin d'épreuve.

EXEMPLE 2 : VA. C, âgé de 33 ans ; poids 65 kg ; MM + IA

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT				
		PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Néant	IC	150 Watt/2'	170	17	2,500	38 ml

Traitement digitalo-diurétique et anticoagulant. Arrêt de travail.

Dans ce cas, il s'agit d'un arrêt de travail abusif.

EXEMPLE 3 : FO. C, âgée de 24 ans ; poids 48 kg ; RM (commissurotomie au doigt six ans auparavant).

a) Première hospitalisation : resténose mitrale

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT				
		PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Dyspnée d'effort et de décubitus. Toux et palpitations d'effort. Asthénie et fatigabilité croissantes	IIID	75 Watt/3'	170	14	1200	25 ml

Traitement digitalo-diurétique et anticoagulant. Nouvelle commis-
surotomie au dilatateur.

b) Deuxième hospitalisation : 6 mois après l'intervention

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT				
		PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Dyspnée d'effort : 100 m, un étage palpitations à l'effort. Ne peut faire son ménage seule.	IVD	50 Watt/1'	170	17	1000	20 ml

Dans cet exemple, l'épreuve d'effort réalisée six mois après l'intervention montre une aggravation de la symptomatologie fonctionnelle et une capacité aérobie nettement abaissée pour l'âge.

Il faut donc souligner la nécessité de réaliser au décours d'une intervention et à distance de celle-ci une deuxième épreuve d'effort qui va témoigner ou non de l'efficacité de l'intervention.

EXEMPLE 4 : BRO. JA, âgé de 53 ans ; poids 74 kg ; R. Ao

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT				
		PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Néant	IC	150 Watt/3'	152	18	2,200	28 ml

Le débit cardiaque a pu être mesuré :

- Au repos : il est égal à 6,81 - dAV = 5,1 Vol %
- A l'effort : 14,81 - dAV = 11,7 Vol %

Bonne adaptation à l'effort, activité professionnelle normale et concordance entre les données cliniques et paracliniques et les données de la classification.

EXEMPLE 5 : LE. CL, âgé de 35 ans ; poids 70 kg ; MM opérée : Starr mitrale deux ans auparavant ; en arrêt de travail depuis lors.

SIGNES FONCTIONNELS	NYHA	EPREUVE D'EFFORT				
		PALIER	FC	PA	$\dot{V}O_2$ (l/mn)	$\dot{V}O_2$ (ml/kg/mn)
Néant	IC	150 Watt/2'	175	21	2,100	30 ml

Il s'agit d'un arrêt de travail abusif.

CONCLUSION

72 sujets atteints de cardiopathie ont été soumis à une épreuve d'effort sur cycloergomètre. La consommation d'oxygène enregistrée au cours de l'épreuve a été comparée à celle de 55 sujets sains, issus d'une population non sédentaire, soumis à la même épreuve.

Ainsi a pu être chiffré le handicap des cardiaques par rapport aux sujets sains : il est de 39 % pour les MITRAUX et les sujets atteints de cardiomyopathie, de 31 % pour les MITRO-AORTIQUES, de 27 % pour les AORTIQUES et de 25 % pour les sujets atteints de cardiopathie congénitale.

L'épreuve d'effort a été limitée chez les cardiaques par l'apparition de signes fonctionnels ou électrocardiographiques : le dernier niveau toléré et la consommation d'oxygène enregistrée au terme de cette épreuve sous-maximale ont permis de définir la limitation fonctionnelle de ces sujets.

Dès lors, nous avons recherché une relation linéaire possible entre les valeurs de la consommation d'oxygène et celles du travail, afin de pouvoir déterminer directement la consommation d'oxygène à partir du niveau de travail : cette relation linéaire existe.

Elle permet au laboratoire équipé d'un cycloergomètre de se passer d'un matériel coûteux pour la détermination de la $\dot{V}O_2$, car le niveau d'effort auquel le sujet parvient correspond sur les abaques à une consommation d'oxygène donnée.

Connaissant la valeur de la capacité aérobie, il est alors facile de prévoir :

- L'activité de pointe que le sujet ne peut dépasser.
- L'aptitude à un poste de travail si le coût énergétique à ce poste n'est pas supérieur au 1/3 de la $\dot{V}O_2$ max chez le sujet sain et de la capacité aérobie relative chez le sujet cardiaque.

La classification de NYHA distingue quatre stades de gravité dans l'évaluation fonctionnelle des cardiaques. En fonction de ces quatre stades, compte tenu des valeurs de la consommation d'oxygène à chaque stade, des activités possibles du sujet dans la vie quotidienne, avant l'épreuve d'effort et de la symptomatologie fonctionnelle retrouvée au terme de l'épreuve, nous avons pu caractériser trois groupes de sujets :

- Le premier groupe rassemble les sujets qui ont une consommation d'oxygène supérieure à 25 ml/kg/mn : ces sujets ont une activité libre.
- Les sujets du deuxième groupe ont une capacité aérobie comprise entre 17 et 25 ml : pour 50 % d'entre eux, l'activité physique est normale ; pour l'autre moitié, elle est fonction de l'âge et du poste de travail.
- Le troisième groupe rassemble les sujets qui ont une capacité aérobie inférieure à 17 ml : ces sujets sont au repos.

De même qu'il existe une relation linéaire entre la $\dot{V}O_2$ et le travail, il existe une relation linéaire entre la $\dot{V}O_2$ et la fréquence cardiaque chez les sujets sains.

Cette relation n'existe pas chez les cardiaques : il est donc impossible d'utiliser les valeurs de la fréquence cardiaque à l'effort chez les sujets en rythme sinusal, quel que soit le niveau de travail, pour déterminer la capacité aérobie d'un sujet atteint de cardiopathie.

Au total, la consommation d'oxygène et le travail sont les seuls paramètres que l'on peut rattacher par une relation linéaire chez les cardiaques.

Il semble cependant que l'on puisse établir une relation entre les valeurs des pressions endocavitaires et la consommation d'oxygène.

La détermination de la consommation d'oxygène apparaît donc comme le moyen objectif d'apprécier la capacité fonctionnelle des cardiaques à l'effort, de préciser l'amputation de leur capacité physique par rapport aux sujets sains et de décider de leur aptitude professionnelle, en fonction du coût énergétique moyen de leur poste de travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. - BESSE P. et BRICAUD H.

Moyens d'étude de la performance cardiaque chez l'homme.

Rev. Prat. 1972 - 22, 19-20-21, 2911

2. - BOURDARIAS JP., MELMAN S., BARDET J.

Appréciation de la valeur fonctionnelle du myocarde.

Rev. Prat. 1972 - 22, 19-20-21, 2933

3. - BROUSTET JP.

Enseignement médical continu par la télévision.

Exploration fonctionnelle du coeur.

Rev. Prat. 1969, 19, n° 3, 355

4. - BROUSTET JP, BRICAUD et DENOLIN

L'électrocardiogramme d'effort.

Colloque d'Ambarès 14-15 octobre 1971

5. - BROUSTET H., BRICAUD J., SAGARDILY, BESSE P.

Les épreuves d'effort chez les cardiaques.

Actual. Cardiol. Angéiol. Int 1966, 15, n° 2, 73

6. - BRUCE R.A., KUSUMU F., HOSMEL D.

Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease

American Heart Journal, april 1973, 85, 4, 546

7. - CHAZAUD P. et OLLAT G.

Corrélation entre les données cliniques et l'E. C. G. d'effort
Lyon Médical 1973 - 229 - 10, 989

8. - Classification de NYHA

(New York Heart Association, Criteria Committee diseases of
the heart and blood vessels, nomenclature and criteria for
diagnosis 6th ed.)
London Churchill 1964, 110.

9. - Major CHANGES

Made by criteria committee of the New York Heart Association
(mars 1974) Circulation, 99, 390

10. - DENOLIN H. and Coll.

Rehabilitation of non coronary heart disease : symposium
organised by the council of rehabilitation of the international
society of cardiology.
BRUSSELS 16-20 june 1969

11. - DIDISHEIM J. CL.

Valeur de l'épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique
Thérapie 1970, 25, 239

12. - GOOCH A. S. et MAC CONNELL D.

Etude des troubles du rythme et des anomalies de conduction tran-
sitoires observés au cours d'épreuves d'effort submaximales sur
tapis roulant.
Acquisitions Nouvelles en Pathologie Cardio-Vasculaire 1971
13, 319

13. - KOFF AM., LYNCH MAC LEAN

Classification of cardiac Patients and normal subjects by means
of a maximal exercise treadmill test
Angiology - USA - 1970, 21, n° 1, 24-34

- 14 - LESBRE JP, BERNASCONI P, QUIRET J. C. , BENS J. L , DUBOISSET M.
Les épreuves d'effort en cardiologie.
Première partie : Coeur et Médecine Interne, 11
N° 3, juil. 1972, 535
Deuxième partie : Coeur et Médecine Interne, 11
N° 4, oct. 1972, 697
Troisième partie: Idem, 12, avril 1973, 261
15. - LANGE ANDERSEN K.
Les épreuves d'effort, principes fondamentaux
OMS Genève 1971
16. - MALLION J CL.
Etude de la capacité physique du cardiaque.
Thèse Grenoble 1969
- 17 - PATTERSON J A. and Coll
Treadmill exercise in assessment of the functional capacity
of patients with cardiac diseases.
The American Journal of cardiology, 30, 20 nov 1972, 757
18. - PERNOT C. et Coll
Les cardiomyopathies obstructives du ventricule gauche,
Concours Médical 8.01.1972, 94, 2, 187-202
- 19 - QUIRET J CL , BENS JL. , DUBOISSET M , LESBRE JP , BERNASCONI
Intérêt des tests ergométriques en cardiologie.
Journal Med. Nord-Est mai 1973, 10, n° 2, 11, 11
20. - QUIRET J CL , LIENARD J. , LESBRE JP.
Détermination de l'aptitude physique et de la capacité de travail
du cardiaque.
Lille Médical, 3ème, 1974, 19, n° 3, 272

21. - SABAUT D., et VACHERON A.

Myocardiographies non obstructives en apparence primitives.

Concours Médical 8.04.1972, 94, 15, 2799

22. - SERRADIMIGNI A., DJIANE P., BORY M.

Le coeur normal à l'effort.

Coeur, 3, n° 4, juil. août 1972, 383

23. - VIKING OLOF BJORCK and Coll.1973

Central hemodynamics at rest and during exercise before and after aortic valve replacement with the BJORCK-SHILEY Tilting disc valve in patients with isolated aortic stenosis.

Scand. J. THOR Cardiovasc surg 7, 111

24. - WAGNIART P., GUERMOMPRESZ J. L., KRANTZ D.

Mises à jour cardiologiques.

Rev. Soc. Etude Inform. Med. mai-juin 1973, n° 3, 2, 5

